THE MARATHI ASTRO-MATHEMATICAL SERIES

No. 1.

The Knowledge of Stars with Celestial Maps and Tables.

मराठी ज्योतिर्गणित पुस्तकावली,

नंबर १.

नक्षत्रविज्ञान.

(नकाशे, उपयुक्त माहिती व गणित यांसह)

हें पुस्तक

वेंकटेश बापूजी केतकर

मुंबई इलाख्याच्या विद्याखात्यांतील पेन्शनर

आणि

ज्योतिर्गणित, केतकी, व वैजयंती

या संस्कृत ज्योतिष ग्रंथाचे कर्ते

यांनीं केलें.

---:*:---

---:o:---

शके १८३७. इ. स. १९१६.

मूल्यं (रु. ४) चतूरूप्यकम्

प्रकाशकः—रा. रा. वेंकटेश बापूजी केतकर, पुणें पेठ शनवार घ. नं. ४७८.

मुद्रकः—रामचंद्र विष्णु फडतरे, “ सुधारक ” प्रिंटिंग ब्यूरो, सदाशिव ४५० पुणें.

श्री

अर्पण पत्रिका

श्रीमंत राजश्री

आबाजीराव कृष्ण पंडित

पंत प्रतिनिधी, संस्थान विशाळगड,

यांसी,

त्यांचा सदाचार, धर्मानुष्ठान, कार्यतत्परता,

विद्याभिरुचि, औदार्य, वैराग्य,

इत्यादि

अनेक सद्गुणांच्या अभिनंदनार्थ

हें पुस्तक ग्रंथकर्त्यानें

सप्रेम व सादर समर्पण केलें आहे.

पुस्तककर्ता.

प्रस्तावना.

हेमंत व शिशिर या ऋतूंत अंधाऱ्या रात्रीं आकाशाकडे पाहिलें तर मोठी मौज दिसते. तो नक्षत्रांनीं गजबजलेला आकाशगंगेचा भव्य व लांब गेलेला पट्टा. ते सप्तर्षि लुब्धक अगस्त्य ब्रह्महृदय यांसारखे तेजःपुंज तारे, गुरुशु-क्रासारखे ठळक ग्रह, मध्येंच एकाएकी अंधारांत काडी ओढल्याप्रमाणें दिस-णारी उल्का, ती प्रतिपदेची चंद्राची कोर, व तिच्या पोटांतील भूप्रकाश या गोष्टी पाहून क्षणभर ज्याचें मन तल्लीन होणार नाहीं असा मनुष्य क्वचित.

प्राचीन कालीं आर्य लोकांची रहाणी आमच्याहून निराळी असे. त्यांच्या शीं पंचांगें व घड्याळें मुळींच नव्हती. रोजच्या संकल्पांतील अयनें, ऋतु, मास, तिथि, नक्षत्रें या गोष्टी त्यांना आकाशाकडे पाहून ठरवाव्या लागत. त्यामुळें त्यांचें आकाशदर्शन कधींहीचुकत नसे व संकल्प ही सत्य होत असे. पण हल्लीं पंचांगाचा सुकाळ झाला आहे. पंचांगाचा उपयोग करूं नये असें आम्हीं ह्मणत नाहीं. पण जीं पंचांगें आपण वापरतों त्याप्रमाणें आकाशांतील गोष्टी घडून येतात किंवा नाहींत याकडे आमचें लक्ष असलें पाहिजे. घडयाळ वापरणारानें आपलें घडयाळ ठीक चाललें आहे किंवा नाहीं याविषयीं रोज चौकशी केली पाहिजे. अशी चौकशी न करितां वर्षभर त्याला किल्ली देत गेल्यास घडयाळांत प्रातःकालचे ६ वंटे झाल्यावेळीं आकाशांत भर दोन प्रह-रची वेळ दृष्टीस पडण्याचा प्रसंग येईल.

पंचांगासंबंधानें आमची हल्लींची दशा पुष्कळ अंशानें अशीच झाली आहे. **आळस** व **अज्ञान** यामुळें आह्मीं गेल्या ४०० वर्षांत आकाशाकडे मुळींच पाहिलें नाहीं आमची सर्व भिस्त पंचांगावर. जणूं काय आकाश व पंचांग यांचा परस्पर मुळींच संबंध नाहीं असें मानण्या इतके आपण मट्ठ झालो आहों. हल्लीं दिसेंबरच्या २२ व्या तारखेला सूर्याचें उदगयन झालेलें स्पष्ट दिसत असून तारीख १३ जानेवारी पर्यंत आपल्या संकल्पांत दक्षिणायना-चाच उपाध्येबुवा उच्चार करितात आणि यजमान महाराज शांतपणें तो ऐकून घेतात. याहून जास्त हास्यास्पद गोष्ट कोणती ? गुरु व शुक्र यांचा अस्त असतां मौंजीविवाहादि मंगलकार्यें करूं नये असा नियम आहे. पण ग्रहलाघवीय पंचांगातील अस्तोदय कालांत केव्हां केव्हां १५ दिवसांची

चूक दिसून येते. यामुळें भर अस्तामध्यें तीं केलीं जातात. किंवा त्यांचा उदय झालेला असूनही कांहीं मुहूर्त पंचांगावरील विश्वासामुळें व्यर्थ दवडले जातात. पंचांगांतील तिथि व नक्षत्रें यांच्या समाप्ति कालांत व वेधसिद्धकालांत केव्हां केव्हां (अष्टमीच्या सुमारास) १०।१२ घटिका अंतर पडतें. त्यामुळें एकादशी, प्रदोष संकष्टी, श्रावणी, रामनवमी, गोकुळ अष्टमी इत्यादि व्रतोपवासादि धर्मकृत्यें भलभलत्या दिवशीं केलीं जातात. या सर्व घोटाळ्याचें मुख्य कारण आमचें आकाशविषयक **औदासिन्य** हेंच आहे.

वर सांगितल्याप्रमाणें केवळ धार्मिक दृष्ट्या नक्षत्रविज्ञानाचा उपयोग आहे असें नव्हे. विचारशक्तीला उत्तम वळण देणारें असें एकादें शास्त्र असेल तर तें ज्योतिःशास्त्र आहे. आणि या प्रगल्भशास्त्राचा नक्षत्रविज्ञान हा पाया असल्यामुळें याचें महत्व निराळें सिद्ध करून दाखविण्याची आवश्यकता नाहीं. यासाठीं नक्षत्रविज्ञान या विषयाच्या मूलतत्वांचा भूगोलवर्णनाप्रमाणें मुलांच्या शिक्षणक्रमांत समावेश होणें अत्यंत जरूर आहे. देशभाषेच्या उच्चतम अशा ७ व्या इयत्तेंत शास्त्रीयविषयाबरोबर हा विषय समजावून दिला तर विद्यार्थीना विशेष आनंद व समाधान वाटेल. एकादी गोष्ट लहानपणीं सहज व उल्हासवृत्तीनें शिकण्याजोगी असून तिजकडे दुर्लक्ष केल्यामुळें मोठेपणीं त्याबद्दल खिन्नता वाटण्याचे प्रसंग येतात. हल्लीं पदवीधरांना देखील बहुशः गुरु शुक्रासारख्या ग्रहांची ओळख नसते मग नक्षत्रांचें नांव कशाला. त्यांना आकाश ह्मणजे पृथ्वीरूपी घराचें एक छत यापेक्षां जास्त त्याचें महत्व वाटत नाहीं. याचें ही कारण पूर्वोक्त शिक्षणक्रमांतील न्यूनता होय. असो या पुस्तकाच्या वाचनानें वाचकांच्या मनांत ईश्वराच्या अगाध लीलेविषयीं पूज्यभाव व चौकसपणा यांची आवड उत्पन्न होईल तर हें पुस्तक लिहिण्याचे श्रम व्यर्थ गेले नाहींत असें आह्मीं मानूं.

निसर्गतः शास्त्रीयज्ञानाची आवड असणारे लोक कोणत्याहि देशांत फारच कमी. ह्मणून अशा प्रकारचे ग्रंथ राजाश्रयाशिवाय उदयास येत नाहींत. हें पुस्तक गेलीं तीन वर्षें आमच्यापाशीं पडून राहिलें होतें. शेवटीं इश्वरीप्रेरणेनें **श्रीमंत पंत प्रतिनिधि संस्थान विशाळगड**, यांनीं उदाराश्रय दिल्यामुळें हें पुस्तक आम्हास प्रसिद्ध करितां आलें. याबद्दल त्यांचे उपकार मानावे तितके थोडेच.

ता. १ ली माहे मार्च
१९१६ इसवी.

पुस्तक कर्ता.

अनुक्रमणिका.

विषय.	पृष्ठ.	विषय	पृष्ठ.
उपोद्घात, नकाशाची रचना	१	आकाशगंगा.	३३
भाग १ ला.		संबद्ध तारे.	३४
स्वस्थपदार्थांचीं दर्शनें.	४	रूपविकारी तारे.	३४
आकाशाचे विभाग व तारे.	८	नवीन तारे.	३७
ग्रीकवर्णमाला.	१०	उल्का.	३७
इच्छिल्यावेळीं आकाशाचा देखावा.	११	क्रांतितेज.	४०
नकाशांवरील क्षितिजरेषा.	१३	गेगेनशाईन (प्रतिभा).	४०
नकाशावरील ध्यानांत ठेवण्याजोग्या गोष्टी.	१५	ताऱ्यांचे नित्योदयास्त.	४१
खगोलीय स्थाननिर्देश.	१८	नक्षत्रांचें दिनार्ध.	४१
नक्षत्रपुंज व तारे याची ओळख.	२४	अलगोल ताऱ्याची तेजोहानि.	४४
भाग २ रा.		मिरा ताऱ्याची परम चकाकी.	४७
स्वस्त दुर्बिणी मिळण्याचा पत्ता.	२८	आकाश व पंचांग यांचा संबंध.	४८
ताऱ्यांच्या प्रती व संख्या.	२९	ताऱ्यांच्या वेधावरून कालज्ञान.	५२
ताऱ्यांचीं अंतरें.	३०	केतकी पंचांग	४९
प्रकाशवर्ष.	३१	तुरीययंत्र.	५३
ताऱ्यांची निजगति.	३२	विषुव संपाताच्या विलोमगतीचें परिणाम.	५५
ताऱ्यांचे रंग.	३२	अगस्तीचें समुद्रप्राशन	५७
		कोष्टकें व नकाशे.	६१

शुद्धिपत्र.

पृष्ठ	ओळ	अशुद्ध	शुद्ध
२७	११	जागे	जोग.
३३	२३	अकश	आकाश.

ग्रंथकर्त्यानें ज्योतिःशास्त्रसंबंधीं रचलेलीं पुस्तकें.

(संस्कृत.)

१. **ज्योतिर्गणित**–सिद्धांतग्रंथांत येणारे बहुतेक सर्व विषय यांत आले आहेत. शिवाय सूर्यग्रहणीं चंद्राची छाया भूमंडलावरून कोणत्या मार्गानें जाईल त्या मार्गाचें गणित करणें. तिथीवरून तारीख काढणें, व तारखेवरून तिथि काढणें इत्यादि उपयोगी विषयांचा यांत समावेश केला आहे. किंमत दर प्रतीस रुपये ५.

२. **केतकीग्रहगणित**–ग्रहलाघवपद्धतीचा नवीन चालन देऊन रचिलेला ग्रंथ. किंमत दर प्रतीस रुपया १.

३. **वैजयंती**–तिथि चिंतामणिपद्धतीचा नवीन ग्रंथ. यांत चंद्राचे ५ संस्कार जमेस धरिले आहेत. गणितासाठीं कोष्टकें रचिलीं आहेत. फक्त बेरिजेनें काम भागतें. गुणाकार भागाकार करावे लागत नाहींत. किंमत दर प्रतीस आणे ८.

(मराठी.)

४. **नक्षत्रविज्ञान**–याच्या योगानें शाळेंतील मुलांना देखील आकाशांतील तारे, पुंज, राशि इत्यादिकांची माहिती करून घेतां येतें.

५. **ग्रहगणित**– सूर्य चंद्र व ग्रह यांच्या गणिताची कोष्टकें. ज्योतिषाची आवड असणाऱ्या स्कूल मास्तरांना व प्रौढ विद्यार्थ्यांना यांच्या योगानें चंद्रग्रहण, सूर्यग्रहण ग्रहयुति, पंचांग इत्यादि विषयाचें सोपपत्तिक गणित करितां येतें. किंमत दर प्रतीस रुपये २.

६. **केतकीपंचांग**–हें शके १८२१ पासून प्रतिवर्षी प्रसिद्ध होत असतें. यांतील गणित सूक्ष्म दृक् प्रत्ययप्रद असल्याबद्दल प्रसिद्धि आहे. किं. १ आणा.

७. **गोलद्वयप्रश्न**–हें लिहून तयार आहे. यांत ग्रहांच्या आकर्षणाचें रहस्य वर्णिलें आहे. एका वेधावरून सूर्यापासून ग्रहाचें अंतर ग्रहाच्या गतीची दिशा व वेग हीं समजलीं असतां त्याची केंद्रच्युति, नीच, प्रदक्षिणा काल या गोष्टी कशा ठरवाव्या तें यांत प्रिन्सिपियाच्या पद्धतीनें अथवा भूमितीय पद्धतीनें आणि पृथक्करणपद्धतीनें सांगितलें आहे.

उपोद्घात.

नकाशाची रचना.

आर्. ए. **प्राक्टर**साहेब यांनीं इ. स. १८७९ या वर्षी A new Star Atlas नांवाचें आकाशाच्या नकाशांचें पुस्तक प्रसिद्ध केलें. त्याचेंच मराठी रूपांतर, रा. रा. बाबजी विठ्ठल कुलकर्णी यांनीं **तारकादर्श** या नांवानें इ. स. १८८६ या वर्षी प्रसिद्ध केलें. त्यांत बारा वर्तुलाकार नकाशांनीं सर्व आकाशाचें स्वरूप दाखविलें आहे. त्यांच्याही पूर्वी रा. रा. बाळ गंगाधरशास्त्री जांभेकर यांनीं उत्तरगोलार्ध व दक्षिणगोलार्ध अशा दोनच नकाशामध्यें सर्व आकाश आणिलें होतें असें समजतें.

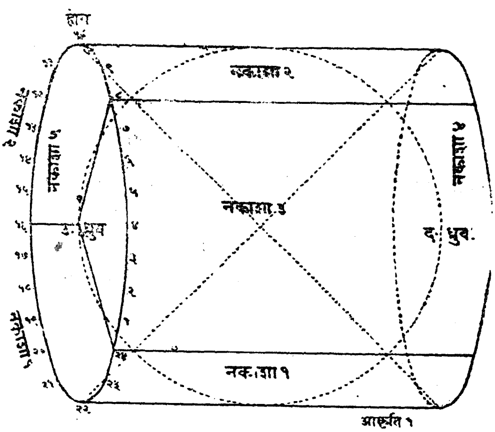
रा. रा. दामोदर गणेश केळकर यांनीं प्राक्टरसाहेबांच्या Half hours with the Stars या पुस्तकाच्या पद्धतीस अनुसरून **आकाशाचे देखावे** नांवाचें पुस्तक मुंबईच्या अक्षांशावर उपयोगी पडणारें इ. स. १८९१ सालीं प्रसिद्ध केलें. त्यांत एक संपूर्ण गोलार्ध एकाच नकाशांत आणिला असल्यामुळें नक्षत्रांची माहिती करून घेण्याच्या कामीं तें पुस्तक तारकादर्शापेक्षां जास्त उपयोगी आहे.

आकाश गोलाकार आहे. तेव्हां गोलाच्या कोणत्याही प्रदेशाचें चित्र सपाट प्रदेशावर दाखविलें तर त्यांत थोडीबहुत ओढाताण केल्याशिवाय चालतच नाहीं. शाळेंतील भूगोल (Terrestrial globe) पुढें ठेवून त्याच्यावरील हिंदुस्थान देश मधोमध आणून त्याच्याकडे पहावें. म्हणजे हिंदुस्थान, अरबस्थान, ब्रह्मदेश, सुमात्राबेट इत्यादि मध्याच्या आसपासचे प्रदेश गोलाकार पृष्ठावर असले तरी ते सपाट पृष्ठावर असल्याप्रमाणें दिसतील. पण गिनी, स्पेन, हालंड, नार्वे, सैबीरिया, आस्ट्रेलिया इत्यादि मध्यापासून दूरचे प्रदेश बाजवीपेक्षां फाजील अरुंद झालेले दिसतील.. गोलपृष्ठाचे भाग जितके जास्त करावे तितके ते सपाट क्षेत्राशीं जास्त साम्य पावतात, म्हणून आकाशाच्या नकाशांची संख्या जितकी

जास्त असेल तितकें त्यांचें दर्शन जास्त वास्तविक असतें. पण नकाशांची संख्या जितकी जास्त असेल त्या मानानें त्यांपैकीं कोणत्याही एका नकाशाच्या भोंवताली कोणकोणते नकाशे लागले आहेत हें उमगणें मुष्कील होतें. म्हणून नकाशांची संख्या कमीही होतां कामां नये किंवा जास्तही होतां कामां नये. म्हणून आम्हीं, या पुस्तकांत $\sqrt{२\times१२}=५$ या संख्येचा स्वीकार केला आहे.*

ज्या पद्धतीला इंग्रजींत **मर्केटर्स प्रोजेक्शन** म्हणतात त्या प्रक्षेपपद्धतीनें आम्हीं आमचे नकाशे तयार केले आहेत. ही पद्धति वाचकांस अवगत असण्याचा संभव कमी. म्हणून तिजविषयीं थोडा खुलासा करणें जरूर आहे.

खगोलाच्या बाहेरून दिसणारा नकाशांचा देखावा.
व
त्यांचा परस्परांशी संबंध.



(आकृति १ ली.) अशी कल्पना करा कीं, एक पारदर्शक अभ्रकाचा

(*) Any flat pictures of portions of a globe must necessarily be some-what distorted. The larger the portion, the greater will be the distortion. Yet we must not divide the Celestial Globe into too many parts to form a celestial atlas; because if we do, the student will be puzzled to know how these parts fit in, so to speak, to form the globe. (A new star atlas page 8 by R. A. PROCTOR.).

किंवा कांचेचा खगोल त्याच द्रव्याच्या सिलिंदराच्या (ढोलक्यासारख्या आकृतीच्या) मध्यभागीं बसविला आहे. तो असा कीं, सिलिंदराच्या दोन चक्राकार बाजू त्या खगोलाच्या उत्तर व दक्षिण ध्रुवस्थानीं स्पर्श करितात. आणि त्या सिलिंदराची तिसरी बाजू खगोलाच्या मध्यगत परिघरेषेशीं संलग्न झाली आहे. अशा स्थितींत त्या पारदर्शक खगोलाच्या मध्यबिंदूंत आपला डोळा आहे असें कल्पून सिलिंदराकडे पाहिलें तर त्या खगोलाच्या पृष्ठभागावरील नक्षत्रांचें चित्र सिलिंदराच्या अंतर्भागावर जसें उमटलेलें दिसेल तशा आकारचे आमचे नकाशे आहेत.

उत्तर ध्रुवस्थानीं स्पर्श करणाऱ्या सिलिंदराच्या बाजूवर उत्तरध्रुवाच्या भोंवतालच्या ४५ अंश रुंदीच्या प्रदेशाचें चित्र काढून त्या नकाशाला अनुक्रमांक ५ वा दिला आहे. ४ थ्या अनुक्रमांकाचा नकाशा दक्षिण ध्रुवाभोंवतालच्या तितक्याच प्रदेशाचें चित्र आहे. सिलिंदराच्या बिछान्याच्या वळकटीसारख्या तिसऱ्या बाजूवर, विषुववृत्तापासून दोहोंकडे ४५ अंश रुंद असणाऱ्या खगोलाच्या प्रदेशाचें चित्र काढलें आहे. ही वळकटी उकलून पसरली तर ती काटकोन चौकोनाकृति होते. या पुस्तकाच्या लांबीच्या मानानें पाहतां हिची लांबी सुमारें तिप्पट भरते. म्हणून हिचे तीन समभाग करून त्यांस अनुक्रमांक ३, २, १ हे दिले आहेत.

उपर्युक्त १ ली आकृति पाहिली तर या ५ ही नकाशांचा परस्परांशीं असणारा संबंध सहज ध्यानांत येईल.

भाग १ ला.

खस्थ पदार्थांचीं दर्शनें.

——:००:——

असंख्य दिसती नभीं रुचिर गोल जे प्रत्यहीं
तुझें यश कथावया उदित दैवतें सत्य हीं ।
दिलीस गति ज्यांस जी, सतत तीच संभाळितीं
सुबोध करण्यास त्यां, स्वनियमा न जे पाळिती ॥

भास्कर दामोदर पाळंदे.

नकाशा हातीं घेऊन त्याजवरून नक्षत्रांची ओळख करून घेण्यापूर्वी केवळ आकाशाकडे पहात राहिल्यानें आपणांस कोणकोणते चमत्कार दृष्टीस पडतात त्याविषयीं माहिती वाचकांनीं स्वतः संपादन करण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे. यासाठीं पावसाळ्याशिवाय इतर कोणत्याही ऋतूंत कृष्णपक्षीं सायंकालीं सूर्यास्तानंतर आकाशाकडे पहाण्यास आरंभ करावा. गांवांत किंवा गांवाबाहेर ज्या ठिकाणीं चोहोंकडे दूरवर क्षितिज दिसेल अशी एक उंच गची किंवा मैदान पाहून तेथें वाचकांनीं बसावें. ही पहाण्याची जागा नेहमीं एकच असावी. कारणाशिवाय ती बदलूं नये. जवळ एक खिशांतील घड्याळ व टिपणबुक असावें. त्यांत दिसलेला चमत्कार व तो जेव्हां दिसला ती वेळ टिपून ठेवावी.

सूर्यास्त होतांच नक्षत्रें दिसूं लागत नाहींत म्हणून सूर्यास्तानंतर तीं दिसूं लागेपर्यंत मधील वेळेंत पश्चिम क्षितिजावर आकाशाची प्रभा कशी हळू हळू बदलत जाते, कोणत्या ऋतूंत सायंकालीं कोणते रंग प्रबल असतात, कंसाकार प्रकाशाचीं पटलें एकामागून एक कशीं उतरत आहेत अशीं दिसतात, या गोष्टींचें टिप्पण करावें. सूर्य क्षितिजाच्या कोणत्या भागीं मावळतो व केव्हां मावळतो ती वेळही टिपून ठेवावी. घड्याळ सरकारी तार किंवा रेलवेआफिसांतील घड्याळावरून लाविलेलें असावें. याप्रमाणें स्वतः पाहिलेली सूर्यास्ताची वेळ पंचांगांतील वेळेशीं ताडून पहावी.

सूर्यास्त होतांच पूर्वक्षितिजाजवळचें आकाश किंचित् लालसर दिसूं लागतें; सूर्य जसजसा क्षितिजाच्या खालीं जाईल तसतसें हें लालसर पटल वर

वर चढत जातें व त्याच्या खालून काळें पटल वर येऊं लागतें. वातावरणाची उंची फार नसल्यामुळें हें तांबूस पटल लवकरच अदृश्य होतें आणि काळ्या पटलाचा म्हणजे रात्रीचा अंमल सुरू होतो. सूर्यास्तानंतर सुमारें अर्ध्या तासानें प्रथम मोठे तारे, व नंतर नक्षत्रें दिसूं लागतात. कांहीं वेळ तसेंच पहात बसावें म्हणजे पूर्वक्षितिजाजवळचीं नक्षत्रें हळू हळू वर चढत आहेत व त्यांच्या जागीं क्षितिजाखालून नवीं नवीं नक्षत्रें वर येत आहेत असें दिसेल. पण पश्चिम क्षितिजावर पाहिलें तर याच्या उलट प्रकार दिसून येईल. म्हणजे क्षितिजाजवळचीं नक्षत्रें एकामागून एक क्षितिजाखालीं जात आहेत व त्यांच्या जागीं वरील नक्षत्रें हळू हळू खालीं येत आहेत असें दिसेल. हें नक्षत्रांचें रोजचें चढणें व उतरणें अगदीं ओळंब्याच्या दिशेंत होत नसतें तर पाहणाऱ्याच्या उजवीकडे शिडीप्रमाणें (उत्तरगोलार्धांत) थोडें कललेलें असतें असेंही दृष्टीस पडेल.

उत्तरेकडे पाहिलें तर असा एक तारा आढळेल कीं, जो इतर ताऱ्यांप्रमाणें चढतही नाहीं व उतरतही नाहीं. सायंकाळीं, मध्यरात्रीं अथवा उजाडतां केव्हांही पहा. तो आपला उभा राहून सर्वांवर नजर ठेवीत आहे असें भासतें. या ताऱ्याला **उत्तर ध्रुव** म्हणतात. ध्रुवताऱ्याशीं रेषेनें जोडले असतां ध्रुवापाशीं काटकोन करणारे आणखी दोन तारे दृष्टीस पडतील; त्यांना **ध्रुवपरिचारक** म्हणतात. कारण ते क्षितिजावरच नेहमीं राहून ध्रुवाभोंवतीं घिरट्या घालीत असतात. सायंकाळीं ध्रुवताऱ्याभोंवतीं घड्याळाची एक तबकडी बसविली आहे अशी कल्पना करून त्यापैकीं एक परिचारक तारा त्या तबकडीवरील कोणत्या तासावर असेल तें पाहून ठेवावें. नंतर रात्रीं पाहिजे त्यावेळीं उठून तो परिचारक कोणत्या तासावर आलेला आहे तें पहावें. मग या दोन तासांमधील जें अंतर तितकी रात्र उलटली आहे असें समजावें. हें काम केवळ दृष्टीनें करण्याचें असतें. म्हणून पहाणारा मनुष्य चतुर व वहिवाटलेला असला पाहिजे. हेंच काम ५ व्या नकाशाच्या साहाय्यानें कसें करितां येतें तें पुढें सांगितलें जाईल. हे परिचारक तारे आणि बाकीचे सर्व तारे घड्याळाच्या कांट्याच्या उलट्या दिशेनें म्हणजे अपसव्य दिशेनें उत्तर ध्रुवाभोंवतीं फिरत असतात ही गोष्ट ध्यानांत ठेवावी. नकाशा ५ यांत लघुऋक्षाचा **ड** आणि वृषपर्व्यांचा **ग** हेच पूर्वोक्त परिचारक तारे आहेत.

क्षितिजाच्या उत्तरबिंदूपासून ध्रुव जितका उंच असतो तितक्या अंतरावरून

ध्रुवाभोंवतीं फिरणारा एकादा तारा असेल तर तो थेट उत्तरेस उगवून उत्तरेसच मावळेल. अर्थात् त्याचें दिनमान म्हणजे क्षितिजावर दिसण्याचा अवधि २४ तास असतो. उत्तरबिंदूपासून उत्तरोत्तर दक्षिणेकडे म्हणजे उजवीकडे उगवणाऱ्या ताऱ्याचें दिनमान क्रमानें कमी होत जातें. थेट पूर्वेस उगवणाऱ्या ताऱ्याचें दिनमान केवळ १२ तासच असतें. याप्रमाणें पुढें दक्षिणेकडे उगवणाऱ्या ताऱ्याचें दिनमान कमी होत होत तें शून्य होतें. उत्तर व पूर्व या बिंदूंच्या मध्यें उगवणाऱ्या ताऱ्यांचीं दिनमानें १२ तासांपेक्षां नेहमीं जास्त असतात; त्यामुळें आपल्या भरतखंडांत एकाच रात्रीं त्यांचे उदय व अस्त पहाणें बहुशः शक्य नसतें. म्हणजे अशांपैकीं जो तारा रात्रीं मावळतो त्याचा उदय दिवसा होतो म्हणून त्याचा उदय पहातां येत नाहीं, व जो तारा रात्रीं उगवतो तो मावळण्याच्या पूर्वींच उजाडतें म्हणून त्याचा अस्त पहाण्यास मिळत नाहीं. पण पूर्व व दक्षिण या बिंदूंच्या दरम्यान उगवणाऱ्या ताऱ्यांची अशी गोष्ट नाहीं. त्यांचीं दिनमानें १२ तासांपेक्षां कमी असतात; म्हणून सप्टेंबरपासून मार्चपर्यंत सूर्याचें रात्रिमान १२ तासांपेक्षां मोठें असतें. अशा अवधींत सायंकाळ होतांच आग्नेयीकडे उगवणाऱ्या ताऱ्याचा अस्तही रात्रींच होतो. यासाठीं घड्याळाच्या मदतीनें त्याचें दिनमान ठरवितां येतें. बारीक नक्षत्रें, क्षितिजाजवळ वातावरण जाड व मळकट असल्यामुळें क्षितिजाला टेंकलेलीं पाहतां येत नाहींत. म्हणून दिनमान ठरविण्याच्या कामीं लुब्धक, अगस्ति, ब्रह्म, मित्र, अथवा त्रिशंकु अशांसारखे दक्षिणेकडील ठळक तारे निवडावे. याप्रमाणें घड्याळाच्या मदतीनें ठरविलेलीं दिनमानें पुढें २ ऱ्या भागांत वर्णिलेल्या गणितरीत्या ठरविलेल्या दिनमानाशीं कितपत जुळतात तेंही पहावें म्हणजे त्यांतील मेळ पाहून एक प्रकारचें समाधान वाटेल.

ताऱ्याच्या क्षितिजावरील अस्तोदयाच्या स्थानासंबंधानें असा एक नियम दिसून येईल कीं, प्रत्येक ताऱ्याचीं अस्ताचीं व उगवण्याचीं स्थानें निरनिराळीं असून तीं उत्तर व दक्षिण बिंदूंपासून दोहों बाजूंस समान अंतरावर असतात. जो तारा थेट पूर्वेस उगवतो तो थेट पश्चिमेस मावळतो; जो थेट ईशान्य दिशेस उगवतो तो थेट वायव्येस मावळतो; व जो थेट आग्नेयीस उगवतो तो थेट नैर्ऋतीस मावळतो. म्हणून क्षितिजावरील टेंकडी किंवा झाड अशा स्थिर पदार्थांच्या संबंधानें एखाद्या दिवशीं सूर्याचीं अस्तोदयाचीं स्थानें निश्चित केलीं तर त्या स्थानांच्या मधोमध क्षितिजाकडे काढलेली रेषा दक्षिणोत्तर रेषा होईल.

या रेषेवर आपण वसलेल्या ठिकाणापासून आडवी लंबरेषा काढली तर ती पूर्वापर रेषा होईल. एका दिवसापुरता सूर्य स्थिर मानिला तर हें दिक्साधन व्यवहारापुरतें सूक्ष्म असतें असें म्हणतां येईल.

एथपर्यंत आकाशाच्या दृश्य दैनंदिन (रोजच्या) भ्रमणामुळें दिसून येणाऱ्या गोष्टींचें वर्णन झालें. आतां याप्रमाणें वर्षभर सांजसकाळ पहात गेल्यास कोणकोणते चमत्कार दृष्टीस पडतील तें पाहूं. समजा कीं, एके दिवशीं **अगस्ती**-सारखा एक ठळक तारा आम्ही रात्रीं पूर्व क्षितिजाकडे पहात बसलों असतां रात्रींचे ९ अवर १२ मिनिटें या वेळीं उगवला. पुढें ३० दिवसांनीं तो केव्हां उगवेल तें पाहिलें तर तो ७ अ. १२ मि. या वेळीं म्हणजे ३० दिवसांत त्याचा उदय दोन तासांनीं अगोदर होतो असें दृष्टीस पडेल. दुसरा कोणताही तारा घेऊन परीक्षा केली तरी त्याच्या उदयकालासंबंधी हीच गोष्ट प्रतीतीला येईल. म्हणजे त्यांचे उदय दररोज ४।४ मिनिटांनीं अगोदर होत असतात, व अस्त ४।४ मिनिटांनीं उशिरां होत असतात.

याचप्रमाणें सूर्यास्त होतांच पूर्वक्षितिजावर दिसणारीं नक्षत्रें बारमहा तींच असत नाहींत. चैत्रमासांत **चित्रा** नक्षत्र, ज्येष्ठमासांत **ज्येष्ठा** नक्षत्र, मार्गशीर्षमासांत **मृगशीर्ष** नक्षत्र, याप्रमाणें मासपरत्वें त्या त्या मासाचीं नांवें सुचविणारीं नक्षत्रें सायंकाळीं उगवलेलीं दृष्टीस पडतात. १२ महिन्यांनंतर तींच तींच नक्षत्रें सायंकाळीं उगवलेलीं पाहून हा खगोल १२ महिन्यांनीं एक वेळ सूर्याभोंवतीं फिरतो असें प्राचीन **आर्यांस** वाटलें असावें. म्हणून सायं-काळीं दिसणाऱ्या नक्षत्रांवरूनच त्यांनीं आपल्या महिन्यांना नांवें दिलीं आहेत.

सकृद्दर्शनीं एकादी गोष्ट जशी दिसते तशीच ती आहे असें मानणें ही स्वभावसिद्ध गोष्ट आहे. या स्वभावास अनुसरून पृथ्वी सर्व पदार्थांपेक्षां मोठी व अचल आहे, आकाशगोल सर्व नक्षत्रांसह दररोज तिच्याभोंवतीं फिरतो आणि वर्षांतून एकदां सूर्याभोंवतींही फिरतो ही समजूत अत्यंत प्राचीन काला-पासून चालत आलेली आहे. प्रथमदर्शनीं झालेला ग्रह फिरविणें फार प्रयासाचें काम आहे. पृथ्वी, सूर्य, चंद्र, तारे यांचीं आकारमानें व अंतरें यांविषयीं जेव्हां गणित व वेध यांच्यायोगें पक्की खात्री होते तेव्हांच मनुष्य आपला पहिला ग्रह सोडून देण्यास तयार होतो. आमच्या वाचकांची समजूत वर नमूद केल्याप्रमाणें असेल तर ती सोडून देण्याचा आग्रह आम्ही करीत नाहीं. आमचें

या पुस्तकावलींतील पुढील ग्रंथ ते वाचतील तर त्यांच्या पूर्वोक्त समजुती आपोआप सुधारतील असा आम्हांस भरंवसा आहे. पण चमत्कार असा कीं, खि. श. ५ व्या शतकांत नांदणाऱ्या **आर्यभट्ट** नांवाच्या आमच्या ज्योतिष्यानें पृथ्वीच आपल्याभोंवतीं फिरत असल्यामुळें नक्षत्रें व ग्रह यांना उदयास्त प्राप्त होतात असें एके ठिकाणीं म्हटलें आहे. 'भपंजरस्थिरः भूरेवावर्त्यावर्त्य उदयास्तमयं संपादयति नक्षत्रग्रहाणाम् ' इतक्या प्राचीन काळीं पृथ्वी आपल्या अक्षाभोंवतीं 'गाऱ्या गाऱ्या भिंगोऱ्या' करीत सदासर्वदां फिरत आहे असें निर्भयपणें म्हणणारा हा एकच महातत्त्वज्ञानी होऊन गेला. असो.

वर सांगितल्याप्रमाणें सूर्याच्या उदयास्तांच्या स्थानांवरून क्षितिजावरील दक्षिण व उत्तर बिंदु ठरवावे. मग एकाद्या दक्षिणक्षितिजावर उगवणाऱ्या ताऱ्याकडे आपण पहात बसलों तर असें दिसून येईल कीं, तो तारा उगवल्यापासून क्षितिजावरील दक्षिण बिंदूसमोर येईपर्यंत त्याची क्षितिजापासून उंची वाढत जाते. येथून ती ज्या क्रमानें वाढली त्याच्या उलट क्रमानें ती कमी होत जाते आणि अस्तकालीं शून्य होते. उत्तरेकडील तारे उत्तर बिंदुसमोर आले म्हणजे त्यांची उंची परम असते. परिचारक तारे १२।१२तासांच्या अंतरानें दोन वेळां उत्तरबिंदूच्या समोर येतात. अशा वेळीं ते ध्रुवताऱ्याच्यावर किंवा खालीं असतील त्याप्रमाणें त्यांची उंची महत्तम किंवा लघुतम असते. हल्लीं (इ. स. १९१५) ध्रुव तारा अगदीं ध्रुवस्थानीं नाहीं. तर ध्रुवस्थानापासून सुमारें ६९ कला दूर आहे. म्हणून त्याच्या देखील उंचींत थोडासा फरक पडतोच. हें अंतर उत्तरोत्तर कमी होत जाऊन इ. स. २१०० च्या सुमारास परमाल्प म्हणजे केवळ २७ कला होईल व नंतर वाढूं लागेल.

आपण एकाच गांवीं राहून आपणास दिसून येणाऱ्या चमत्कारांचें एथवर वर्णन झालें. आमचें गांव सोडून आम्ही उत्तरेकडे गेलों तर पूर्वीपेक्षां ध्रुवतारा जास्त उंच दिसेल. उत्तरेकडील ताऱ्यांची परम उंची वाढेल आणि दक्षिण ताऱ्यांची तितकीच कमी झालेली दृष्टीस पडेल. **पुण्याच्या** अक्षांशापेक्षां **काशीचे** अक्षांश ७ **अंशांनीं** जास्त आहेत. म्हणून पुण्याच्या दक्षिणबिंदूवर केवळ दोन अडीच अंश उंच दिसणारे दक्षिण त्रिकोणांतील **अ** आणि **करीनांतील अ** हे ठळक तारे काशीच्या क्षितिजावर कधींही दृष्टीस पडत नाहींत. (नकाशा ४ पहा.)

आपण दक्षिणेकडे गेलों तर याच्या उलट प्रकार दृष्टीस पडेल.

आकाशाचे विभाग व त्यांतील तारे.

तारे अगणित आहेत. ते चोहोंकडे सारखे पसरलेले नाहींत. कोठें दाट तर कोठें विरळ, कांहीं अत्यंत तेजःपुंज तर कांहीं अत्यंत अंधुक असे आहेत. जगांतील अत्यंत तैजस् पदार्थ त्यांच्यापुढें कःपदार्थ आहेत. हिरे, इंद्रनील, गोमेद, पाच, मरकत, पुष्कराज, वैडूर्य इत्यादि रत्नांचें तेज त्यांच्या तेजाच्या पासंगासही लागणार नाहीं. मनुष्यांचें लक्ष त्यांचेकडे वेधलें जाण्याचें मुख्य कारण त्यांची अनुपम तेजस्विता हीच असली पाहिजे. त्यांच्या दर्शनानें अहंकार नाहींसा होतो. व आपण किती क्षुद्र आहों याची बालंबाल खात्री होते. आणि त्यामुळें अविचार व परपीडा यांपासून मन पराङ्मुख होऊन तें सन्मार्गाकडे वळतें. आशा. चिंता व भीति हे हृद्रोग कमी होतात. सदसद्विवेकशक्ति वाढते. कार्याकार्य, ज्ञेयाज्ञेय, शक्याशक्य गोष्टी कोणत्या तें कळूं लागतें. मन प्रशांत व कार्यक्षम होतें. सारांश, ज्योतिःशास्त्राच्या अध्ययनापासून मनुष्याचा मनुष्यपणा वाढतो. म्हणजे तो सुशील होतो.

चंद्र हा सुमारें २७ दिवसांत आकाशावरून कांहीं एका नियमित रस्त्यानें चालून पुनः पूर्वस्थानीं येतो हें पाहून प्राचीन आर्यांनीं त्याला आपला घड्याळजी बनविला. किंवा चंद्राचा मार्ग ही एक घड्याळाची तबकडी, तिजजवळ असणारे ठळक तारे अथवा पुंज हेच तबकडीवरील तारिखा दाखविणारे अंक आणि तिजवरून फिरणारा जो चंद्र तोच तारिखा दाखविणारा **लाल** कांटा असें कल्पून त्यांनीं आकाशाचें महिना व तारखा दाखविणारें एक घड्याळ बनविलें. हे अंक चटकन् ओळखतां यावे म्हणून त्यांनीं नक्षत्रपुंजाच्या मनःकल्पित सादृशावरून त्यांना नांवें दिलीं. याप्रमाणें **अश्विनी, भरणी** इत्यादि आकाशावरील चंद्रमार्गाचे २७ विभाग प्रथम उत्पन्न झाले. प्रातःकाळीं अमुक ठळक तारा उगवला म्हणजे अमुक ऋतूचा प्रारंभ होतो हें पाहून तशा ताऱ्यांस ब्रह्महृदय, अग्नि, लुब्धक, अगस्ति, आपस्, अपांवत्स, सप्तर्षि इत्यादि नांवें त्यांनीं दिलीं असावीं. वेदांत २७ नक्षत्रें मात्र आहेत. राशी नाहींत.

पुढें आकाशाविषयीं जसजशी जिज्ञासा वाढत गेली तसतसे आकाशाचे लहान लहान विभाग कल्पून त्यांना नवीं नवीं नांवें देणें जरूर पडलें. यासाठीं प्राचीन **खालडीयन, इजिप्शियन** व **ग्रीक** आणि अर्वाचीन **अरब** व **युरोपियन** या लोकांनीं सुमारें ८४ नवीन विभाग कल्पिले. त्यांपैकीं, **मेष वृषभादि** १२ विभाग चंद्रसूर्यांच्या वाटेवर आहेत. २८ विभाग या वाटेच्या उत्तरेकडे आहेत आणि

बाकी राहिलेले ४४ दक्षिणेकडे आहेत. यांत **नौका** नांवाचा विभाग विस्तारानें मोठा असल्यामुळें त्याचे **कर्ण**प्रांत, **नौ**पताका, **पू**पक प्रांत आणि **पर**ज असे चार पोटविभाग केले आहेत. कै. **बाळ** गंगाधरशास्त्री जांभेकर यांनीं युरोपियनांनीं दिलेल्या विभागांच्या लातिन नांवांशीं साम्य पावणारीं अशीं संस्कृत नांवें कल्पिलीं. त्यांचाच आम्हीं या नकाशांत स्वीकार केला आहे. या ७२ नूतन विभागांचीं लातिन व संस्कृत नांवें अक्षरानुक्रमानें **कोष्टक १** यांत दिलीं आहेत. प्रत्येक विभाग कोणत्या नकाशांत आहे हेंही त्यांत सांगितलें आहे.

आम्हीं नकाशांवर नक्षत्रपुंजाची किंवा विभागांचीं लातिन व संस्कृत अशीं दुहेरीं नांवें दाखल केलीं आहेत. ताऱ्यांचीं नांवें ग्रीक वर्णमालेच्या अक्षरांनीं दाखविलीं आहेत. ही नामकरणपद्धति **बेयर** या जर्मन पंडितानें प्रथम सुरू केली. हल्लीं ही जगन्मान्य झाली आहे. म्हणून आम्हींही हिचाच अंगीकार केला आहे. तथापि कांहीं वाचकांस ही पद्धति अपरिचित अतएव अवघड वाटेल. म्हणून त्यांच्यासाठीं पुढील यादी तयार केली आहे. तिजवरून ग्रीक वर्णांचे नागरी-पर्याय वर्ण कोणते हें सहज लक्षांत येईल. आम्हींही पुढें ग्रीक वर्णदर्शक टाईपांच्या अभावामुळें नागरी वर्णाचाच उपयोग केला आहे.

ग्रीक वर्णमाला		देवनगरी	ग्रीक वर्णमाला		देवनगरी
α	अल्फा	अ	ν	न्यू	न
β	बीटा	ब	ξ	क्साय	क्ष
γ	ग्यामा	ग	o	ओमिक्रान	ओ
δ	डेल्टा	ड	π	पाय	प
ϵ	एप्सिलान	ए	ρ	रो	र
ζ	झीटा	झ	σ	सिग्मा	स
η	ईटा	ई	τ	टाउ	ट
θ	थीटा	थ	υ	उप्सायलन	उ
ι	इओटा	इ	ϕ	फाइ	फ
κ	काप्पा	क	χ	चै	च
λ	लांब्डा	ल	ψ	प्सै	प्स
μ	म्यू	म	ω	ओमेगा	ओम् ॐ

ग्रीक वर्णमाला फार प्राचीन कालापासून पर्यायानें आम्हांमध्यें रूढ झालेली आहेच. सर्व जुन्या व नव्या पंचांगांत दृष्टीस पडणारें **अवगहडा** चक्र व त्या

चक्रांतील **म, ट, प, र, त,** हा अक्षरांचा क्रम, हीं ग्रीक वर्णमालेपासून उत्पन्न झालीं आहेत ही गोष्ट उघड दिसत आहे. आतां वधूवरांच्या घटितार्थीचा नक्षत्रचरणापर्यंत सूक्ष्म विचार करितां यावा म्हणून ग्रीक वर्णांशिवाय नागरी वर्णांचाही या चक्रांत समावेश झालेला दृष्टीस पडतो. ही केवळ पुढें फलज्योतिष्यांनीं केलेली सुधारणा आहे. पण **अवगहडा** चक्राचें मूळ ग्रीक वर्णमालेंत आहे ही निर्विवाद गोष्ट आहे.

इच्छिल्या वेळीं आकाशाचा देखावा.

नकाशा म्हणजे आकाशाचें चित्र. एकाद्या फोटोग्राफाखालीं लिहिलेल्या नांवावरून त्यांतील माणसांची ओळख करून घेणें आणि नकाशावरील नांवावरून तारकापुंजांची ओळख करून घेणें या दोनही गोष्टी सारख्याच आहेत. भेद इतकाच कीं, मनुष्यें स्थिर असतात, पण आकाश सर्वदां चक्रासारखें फिरत असतें. म्हणून नक्षत्रांची ओळख करून घेण्यापूर्वी आकाश जितकें फिरलें असेल तितका नकाशाही पहाणाऱ्यानें फिरवून धरला पाहिजे.

प्रथम इच्छिल्या तारखेस इच्छिल्या वेळीं आकाश किती फिरलें आहे म्हणजे त्या वेळीं नकाशावरील कोणती होरा आकाशांतील याम्योत्तरवृत्ताशीं संलग्न झाली आहे हें समजलें पाहिजे. ही माहिती **कोष्टक** २ यांतून निघते. या कोष्टकाचीं दोन उपकरणें आहेत. इंग्रजी महिने व तारखा हें उभें उपकरण, आणि सायंकाळपासून सकाळपर्यंत जाणारे रात्रीचे तास हें आडवें उपकरण. हे रात्रीचे तास स्थानिक मध्यमकालमानाचे (Local Mean Time) आहेत. हल्लीं भरतखंडांत स्टॅंडर्ड टाइमचा प्रचार आहे. मुंबईचा स्थानिक काल स्टॅंडर्ड टाइमपेक्षां ३९ मिनिटें कमी असतो. ताऱ्यांची ओळख करून घेण्याच्या कामीं सूक्ष्मकालाची फारशी आवश्यकता नसते. म्हणून मुंबई इलाख्यांत स्टॅंडर्ड टाइममधून एक तास वजा केला तर लोकल टाइम होतें असें मानिल्यास चालतें. **नागपूर** व **मध्यप्रांत** यांत स्टॅंडर्ड टाईमलाच स्थानिक मध्यमकाल मानिल्यास चालेल.

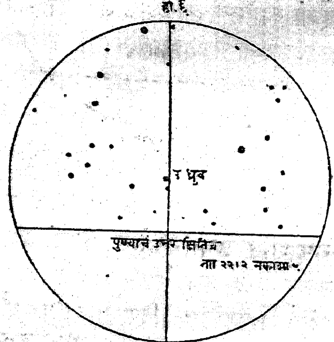
पूर्वोक्त दोन उपकरणापासून **कोष्टक** २ यांतून क्षितिजावर इष्ट वेळीं उभी असणारी होरा काढावी. नंतर ही होरा नकाशांत उभी दिसेल अशा रीतीनें **नकाशे** ५ व ४ हातीं धरून अनुक्रमें उत्तर व दक्षिण क्षितिजाकडे आपलें तोंड करून पहावें म्हणजे हे नकाशे त्यावेळीं आकाशांत दिसणाऱ्या ताऱ्यांचीं हुबेहूब चित्रें आहेत असें दृष्टीस पडेल.

व्याख्या.—इच्छिल्या गांवीं, इच्छिल्या वेळीं खमध्यांतून जाणाऱ्या याम्योत्तर वृत्तार्धाच्या पूर्वबाजूच्या आकाशाला **पूर्वकपाल** आणि पश्चिमबाजूच्या आकाशाला **पश्चिमकपाल** असें म्हणतात.

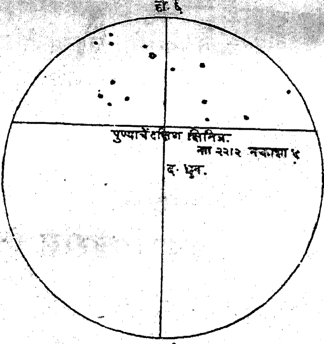
नकाशे ३, २, व १ यांतील आकाश पहाण्याचें असतां उभ्या होरेंत ६ मिळवून येणारी उदित होरारेषा आणि विषुववृत्त यांचा छेदनबिंदु क्षितिजाच्या पूर्वबिंदूशीं जुळवून त्या उदित होरेचा रोख ध्रुवताऱ्याकडे करून नकाशा धरावा; म्हणजे पूर्वकपालाचें चित्र दृष्टीस पडेल. पुन्हां उभ्या होरेंत ६ वजा करून येणारी अस्तंगत होरा आणि विषुववृत्त यांचा छेदनबिंदु क्षितिजाच्या पश्चिमबिंदूशीं जुळवून अस्तंगत होरेचा रोख उत्तरध्रुवताऱ्याकडे करावा म्हणजे पश्चिम कपालाचें चित्र दृष्टीस पडेल.

उदाहरण–पुणें येथें तारीख २२ माहे फेब्रुवारी रोजीं सायंकाळीं स्टँडर्ड टाइमचे २१ घंटे झाल्या वेळीं नकाशे ५ व ४ यांतील कोणती होरा उभी धरली पाहिजे व त्या वेळीं क्षितिजावर कोणकोणते तारे दिसतील तें पहावयाचें.

स्टँडर्डटाइम २१ घंटे म्हणजे पुण्याची लोकल टाइम २० घंटे होते. म्हणून कोष्टक २ यांत फेब्रुवारीची तारीख २२ या ओळीच्यासमोर आणि २ ऱ्या रकान्यांतील रात्रीच्या २० तासाखालीं पहात गेले तर ६ वी होरा येते. नकाशा ५ यांतील ६ वी होरा उभी धरून उत्तरेकडे पाहिलें तर ब्रह्महृदय, गालव व प्रजापति हे तारे याम्योत्तरवृत्ताजवळ आहेत, उजवीकडे सप्तर्षींचे ६ तारे उगवले आहेत, ७ वी मरीची तारा उगवायाची आहे, ययातिपुंजांतील अल्फा, डेल्टा, व ग्यामा हे तारे वायव्येकडे चमकत आहेत, पश्चिमेकडे शर्मिष्ठापुंज आकाशगंगेंतून ध्रुवाकडे पहात आहे, इत्यादि देखावा दृष्टीस पडेल. (आकृति २ पहा)..



आकृति २

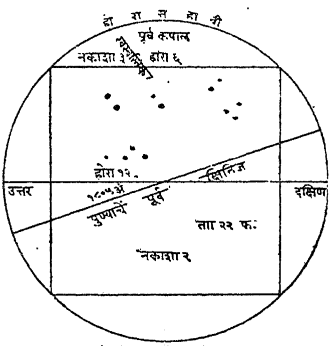


आकृति

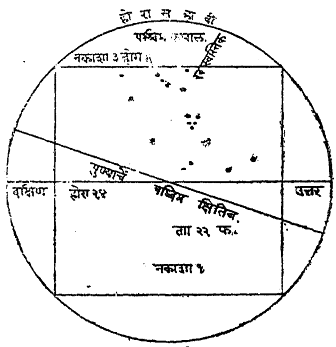
नकाशा ४ हातीं धरून दक्षिणेकडे पाहिलें तर **अगस्ति** तारा क्षितिजावर क्षणोक्षणीं बदलणाऱ्या तांबड्या व हिरव्या रंगाच्या झाका मारीत चमकत आहे असें दिसेल (आकृति ३ पहा).

चौकोनी नकाशे—६वी उभी होरा ३ ऱ्या नकाशांत आहे. तींत६ मिळवून १२ वी ही उदित होरा झाली. १२ वी होरा आणि विषुववृत्त यांचा छेदन-बिंदु जो वर्षासंपात तो क्षितिजाच्या पूर्व बिंदूशीं जुळवून १२ व्या होरारेषेचा रोंख ध्रुवताऱ्याकडे करून पूर्वकपालाकडे पाहिलें तर मघा, अल्फर्ड, पुनर्वसु, प्रश्वा, व लुब्धक हे तारे दिसतील. आकाशगंगा वायव्य दिशेनें खमध्यांत शिरून आग्नेयीकडे गेली आहे, खमध्याच्या आसपास मृग, आर्द्रा, अग्नि, ब्रह्म-हृदय, गालव, हे तारे आपल्याकडे पहात आहेत असेंही दिसेल.

पुनः ६ व्या उभ्या होरेंत ६ वजा करून आली अस्तंगत होरा ० किंवा २४ वी. ही विषुववृत्ताला विषुवसंपातांत छेदिते. म्हणून विषुव-संपांत क्षितिजाच्या पश्चिम बिंदूशीं जुळवून २४ व्या होरेचा रोंख ध्रुव ताऱ्याकडे करून पश्चिम कपालाकडे पाहिलें तर डिफ्डा, मिझार, अल्माक, हामल, अश्विनी, भरणी, कृत्तिका, रोहिणी हे तारे आणि पुंज दृष्टीस पडतील. (आकृति ४,५)



आकृति ४



आकृति ५

नकाशावरील क्षितिजरेषा ठरविणें.

चक्राकार नकाशेः—नकाशा ५ यांत इष्ट वेळीं जी होरा उभी असेल तिच्या समोरच्या होरेवर उत्तर ध्रुवापासून खालीं इष्टगांवाच्या अक्षांशाइतक्या

अंतरावर कागदाची बाजू आडवी लावून धरावी. म्हणजे तीच क्षितिजरेषा होते. याप्रमाणें कागदाखालीं झाकलेला भाग क्षितिजाखालीं आहे असें समजावें. (आकृति २ री पहा.)

नकाशा ४ यांत इष्टवेळीं जी होरा उभी असेल तिच्यावर दक्षिण ध्रुवाच्या वरच्या अंगास अक्षांशाइतक्या अंतरावर कागदाची बाजू आडवी लावावी म्हणजे दक्षिण–क्षितिजरेषा निघेल. अर्थात् तिच्या खालचे तारे दिसणार नाहींत. (आकृति ३ री पहा.)

चौकानी नकाशे—वर सांगितल्या रीतीनें उदित होरा आणून उदित होरा आणि विषुववृत्त यांच्या छेदनबिंदूंत (पूर्वबिंदूंत) विषुववृत्ताशीं दक्षिणेकडे (९०–अक्षांश) एवढा कोन होईल अशी एक कागदाची बाजू लावावी म्हणजे ती पूर्वक्षितिजदर्शक रेषा होईल. याचप्रमाणें पश्चिमाबिंदूंत विषुववृत्ताशीं दक्षिणेकडे एवढाच कोन होईल अशी एक कागदाची बाजू लावावी म्हणजे पश्चिमाक्षितिजदर्शक रेषा होईल. अर्थात् कागदाखालीं झाकलेले नकाशाचे भाग क्षितिजाखालीं असल्यामुळें ते क्षितिजावर दिसणार नाहींत. ४ व ५ या आकृतींतील क्षितिजदर्शकरेषा तिरप्या निघाल्या आहेत; त्या क्षितिजसमांतर धरून आकाशाकडे पहावें म्हणजे यथास्थित दर्शन घडेल.

नकाशांतील ध्यानांत ठेवण्याजोग्या गोष्टी.

(चक्राकार नकाशे)

नकाशा ५.—उत्तर ध्रुवस्थानाभोंवतीं ४५ अंशांच्या स्पर्शरेषेला त्रिज्या मानून निघणाऱ्या वर्तुलाकार प्रदेशाचें हें चित्र आहे. हा प्रदेश २३ तास ५६ मिनिटें अथवा स्थूलमानानें २४ तासांत परिघावर बाणांनीं दाखविलेल्या दिशेनें एकवार आपल्या मध्याभोंवतीं फिरतो. म्हणून याच्या परिघाचे २४ समान भाग करून तेथपर्यंत मध्यापासून २४ त्रिज्या काढून प्रत्येकीसमोर होरा म्हणजे तास दाखविणारे अंक काढले आहेत. होरेच्या ६० व्या भागाला मिनिट म्हणतात.

प्राचीन लोकांनीं आकाशाचे ८४ लहानमोठे भाग सोईसाठीं कल्पिले आहेत असें मागील प्रकरणांत सांगितलें आहेच. त्यांपैकीं सप्तर्षिपुंज ५ वा नकाशा उघडतांच वरच्या भागांत दृष्टीस पडतो. या पुंजांत ऋतु, पुलह, पुलस्त्य, अत्रि, अंगिरा, वसिष्ठ, आणि मरीचि हे सात बरेच ठळक तारे आहेत. वसिष्ठाजवळ जी एक लहान तारा आहे तिला अरुंधती (वसिष्ठपत्नी) म्हणतात. पुलहापासून ऋतूकडे जाणारी रेषा पुढें वाढविली तर ती ध्रुव ताऱ्याकडे जाते. म्हणून या दोन ताऱ्यांना ध्रुवदर्शक (Pointers) म्हणतात. ऋग्वेदांत या सप्तर्षींना ' सप्तऋक्षाः ' असें म्हटलें आहे. ऋक्ष म्हणजे आस्वल, पाश्चात्य लोक या पुंजाला Ursa Major म्हणजे **वडें आस्वल** असेंच म्हणतात.

सप्तर्षींच्या समोर १ ल्या होरा रेषेवर शर्मिष्ठा नांवाचा **अ, ब, ग, ड, ए,** या पांच ठळक ताऱ्यांचा पुंज आहे. ३ ऱ्या होरेजवळ ययाति विभागांत **अ, ड, ग,** हे तीन ठळक तारे आहेत. आगस्ट महिन्यांत होणाऱ्या उल्का-वृष्टीचा उद्गम या **ग** ताऱ्याजवळच आहे. ५ व्या आणि ६ व्या होरांच्या दरम्यान सारथि विभागांत **ब्रह्महृदय गालव, प्रजापति** हे तारे मनांत भरण्याजोगे ठळक आहेत. यांतील ययाति, शर्मिष्ठा, देवयानी, सरट आणि हंस या विभागांवरून **आकाशगंगा** गेली आहे. ती या नकाशांत फाजील काळी निघाली आहे.

१८ व्या होरेच्या मध्यभागीं **उत्तरकदंब** नांवाचा एक बिंदु आहे. या बिंदूभोंवतीं साडे तेवीस अंश त्रिज्येनें काढलेल्या लहान वर्तुळाला **ध्रुवमार्ग** हें नांव आम्हीं योजिलें आहे. उत्तर ध्रुवस्थान स्थिर नाहीं. मुलांच्या खेळण्याच्या भोंवऱ्याच्या अक्षाप्रमाणें किंवा तेल्याच्या घाण्याच्या लाटेप्रमाणें परंतु फारचमंदगतीनें म्हणजे २५००० वर्षांनीं तें एकदां पिंगा घालतें. हल्लीं (शके १८००) तें ध्रुवताऱ्याजवळ आहे. पूर्वीं वेळोंवेळीं तें कोठें होतें तीं स्थानें ध्रुवमार्गाजवळ ऋणचिह्नयुक्त बारीक अंकांनीं दाखविलीं आहेत व पुढील स्थानें साध्या शकवर्षांनीं दाखविलीं आहेत. नक्षत्रांची दैनंदिन भ्रमणाची जी दिशा तीच ध्रुवस्थानाची दिशा आहे असें जाणावें. या नकाशांतील बाकी राहिलेले बहुतेक सर्व तारे या ध्रुवमार्गांतच सांपडले आहेत. जानेवारींतील उल्कावृष्टीचा उद्गम या ध्रुव मार्गासमीपच आहे.

या नकाशाच्या बाहेरील प्रदेश कोणकोणत्या नकाशांत पहावा हें परिघावर

बाणांच्या टोंकांनीं व नकाशाच्या अंकांनीं दर्शविलें आहे. तथापि उपोद्घातांतील पहिली आकृति केवळ पाहिल्यानें ही माहिती डोळ्यापुढें उभी राहील.

ताऱ्यांच्या प्रतिः—ताऱ्यांच्या प्रति त्यांच्या तेजावरून बांधल्या असतात. त्या ओळखतां याव्या म्हणून त्यांचे निरनिराळे आकार चक्राकार नकाशाच्या उजवेकडील कोपऱ्यांत मासल्यासाठीं दाखविले आहेत. यांपैकीं दुसऱ्या प्रतीचा आकार तिसऱ्या प्रतीपेक्षां मोठा असला तरी फिक्का दिसतो. म्हणून वाचकांनीं पांचही नकाशांतील दुसऱ्या प्रतीच्या ताऱ्यांच्या पोटामधील पांढरी जागा निळीं पेन्सील फिरवून निळी करावी म्हणजे ते जास्त ठळक दिसतील.

उत्तर ध्रुवाभोंवतीं **लघुऋक्ष** नांवाचा एक लहानसा लांबोडा विभाग आहे. याला आमच्या जुन्या ग्रंथांत **ध्रुवमत्स्य** असें नांव आहे. यांतील **अ, ड, ए, झ, ब, ग,** हे तारे आणि भिकबाळीच्या मोत्यांच्या जोडीप्रमाणें शोभणारी लहान नक्षत्रांची एक जोडी या सर्वांस पाश्चात्त्यांनीं लघुऋक्ष म्हणजे **छोटें आस्वल** हें नांव दिलें आहे. हेच तारे सांधून एक माशाची आकृति देखील उत्पन्न करितां येते. या मत्स्याच्या पुच्छाग्रीं ध्रुवतारा कल्पून **ब, ग,** हे तारे त्याच्या मुखाचे दर्शक कल्पावे. मागील प्रकरणांत ध्रुवपरिचारक ताऱ्यावरून रात्रीचें ज्ञान संपादन करण्याचें दिग्दर्शन केलें आहेच. त्याच रीतीनें आमचे प्राचीन नावाडी या मत्स्याचें मुख सूर्यास्तानंतर किती अंश अगर कोन फिरलें आहे तें पाहून पुढें किती रात्र झाली आहे किंवा राहिली आहे हें ठरवित असत.

नकाशा ४:—दक्षिण ध्रुवाभोंवतीं ४५ अंश त्रिज्यावृत्तांत सांपडणाऱ्या दक्षिण-गोलार्धाच्या भागाचें हें चित्र आहे. इष्ट गांवाचे जितके उत्तर अक्षांश असतील तितक्या अंशांच्या त्रिज्येनें या नकाशाच्या मध्यबिंदूभोंवतीं एक वर्तुळ काढलें तर त्यांत जो प्रदेश सांपडतो तो इष्टगांवीं सदोदित क्षितिजाखालीं फिरत असतो; यामुळें त्या प्रदेशांतील तारे त्या गांवीं कधींही दृष्टीस पडत नाहींत. **पुण्याचे** अक्षांश साडे अठरा अंश आहेत. एवढ्या त्रिज्येनें दक्षिण ध्रुवस्थानाभोंवतीं निघणारा प्रदेश जवळ जवळ ओसाड आहे म्हणून न दिसणाऱ्या भागामुळें **पुण्याला** वाईट वाटण्याचें कारण नाहीं. दक्षिण ध्रुवस्थानाजवळ सध्यां एकही ठळक तारा नाहीं ही लक्षांत धरण्याजोगी गोष्ट आहे. शकारंभाच्या सुमारास अलगर्दाचा **ए** (एप्सिलान्) तारा दक्षिण ध्रुवपदावर होता. तो हल्लीं

ध्रुवस्थान सरकून गेल्यामुळें पदच्युत झाला आहे. शके ६१०० पर्यंत ही गादी अशीच खालीं राहील. नंतर **करीनांतील थ** व **उ** हे तारे ध्रुव होतील. शके १४००० च्या सुमारास **अभिजित्** व **अगस्त्य** हे तारे अनुक्रमें **उत्तर** व दक्षिण ध्रुवाजवळ दहा अंशांच्या आंत येतील.

पण पूर्वोक्त ओसाड प्रदेश वगळला तर बाकीच्या प्रदेशांत ५ व्या नकाशापेक्षां ठळक ताऱ्यांचा भरणा यांत जास्त आहे. यामुळें क्षेत्रफळाच्या मानानें पहातां विभागांची संख्याही जास्त झाली आहे. ही बहुश: गेल्या ४०० वर्षांत अमेरिकाखंडाच्या शोधानंतर उत्पन्न झाली असावी. या नकाशांतील **आकाशगंगेचा** ओघ स्वस्तिक विभागाजवळ अत्यंत अरुंद झाला आहे आणि पुढें पंख्यासारखा पसरून ९ व्या होऱ्याजवळ एकाएकीं गुप्त झाला आहे.

आमच्या पृथ्वीपासून किंवा सूर्यापासून अत्यंत जवळचा तारा म्हटला म्हणजे **नरतुरंग** विभागांतील **मित्र** नांवाचा तारा आहे. हा **आकाशगंगे**च्या मध्यभागांतून जाणाऱ्या कंसाकार रेषेजवळ आहे. अगदीं जवळ म्हटला तरी पृथ्वी व सूर्य यांच्यामधील अंतराच्या २७६००० पट हा दूर आहे. आकाशगंगेच्या मध्य भागांतून जाणाऱ्या कंसाला लागून होरा १० व ११ यांच्यामध्यें असणारा **ई** (ईटा) तारा एक विलक्षण रूपविकारी (बहुरूपी) आहे. याचें वर्णन पुढें दुसऱ्या भागांत दिलें आहे. **अगस्ति**, **आ**चरनार आणि **कर्ण**प्रांतांतील **ब** (बीटा) तारा, हे तीन पहिल्या प्रतीचे तेजस्वी तारे आहेत. **उत्तर** अक्षांश ४५ च्या वरील भूभागांत म्हणजे **अमेरिकें**तील **का**नडा प्रांत, **फ्रान्स** जर्मनी, रशिया, **सैबीरिया** या देशांत या नकाशांतील आकाश कधींही दृष्टीस पडत नाहीं. या प्रदेशांत एकादा नवीन धूमकेतु प्रथम दिसूं लागला तर तो हा प्रदेश ओलांडून गेल्यावर पूर्वोक्त देशांत प्रथम दक्षिणेकडे चौकोनी नकाशांत दिसूं लागतो.

यांतील तारे व दक्षिण ध्रुवस्थान हीं बाणाच्या दिशेनें (सव्य) फिरतात. या नकाशाच्या बाहेरील प्रदेश कोणकोणत्या नकाशांत गेले आहेत तें परिघावर बाणशीर्षांनीं व नकाशांच्या नंबरांनीं दर्शविलें आहे.

खगोलीय स्थान निर्देश (सायन.)

सायन व निरयण गणनांचीं आरंभस्थानें ३ ऱ्या नकाशांत आहेत. यांत उजवीकडे पश्चिमबिंदूजवळ क्रांतिवृत्त व विषुववृत्त यांची गांठ पडली आहे. हिला **विषुवसंपात** म्हणतात. ही सायनगणनेचें आरंभस्थान आहे. २४ वी किंवा ० होरा इच्यांतून गेली आहे. या गांठीपासून डावीकडे **क्रांतिवृत्ता**वर मोजलेल्या अंतराला **सायनभोग** म्हणतात आणि क्रांतिवृत्तापासून उत्तरेकडे व दक्षिणेकडे मोजलेल्या अंतराला **शर** म्हणतात. त्याचप्रमाणें या गांठीपासून डावीकडे विषुववृत्तावर मोजलेल्या अंतराला **विषुवकाल** किंवा **विषुवांश** म्हणतात. आणि विषुववृत्तापासून उत्तरेकडे किंवा दक्षिणेकडे मोजलेल्या अंतराला **क्रांति** म्हणतात. उदाहरणार्थ तिसऱ्या नकाशांत पाहिलें तर शुक्राचा सायन भोग १३° + २२° = ३५ अंश आहे आणि शर ६° उत्तर आहे असें दिसतें. त्याचप्रमाणें शुक्राचा विषुवकाल २ होरा किंवा विषुवांश ३०° आणि उत्तरक्रांति २१ अंश दिसते. **हामल** ताऱ्याचा विषुवकाल शुक्राच्या विषुवकालाएवढाच आहे पण क्रांति उत्तर २३ अंश आहे. या रीतीनें नकाशावरील कोणत्याही ताऱ्याचे विषुवांश, क्रांति, सायनभोग व शर यांची मानें अजमासानें एका अंशाच्या हेरफेरानें केवळ दृष्टीनें निश्चित करितां येतात. या पुस्तकाच्या शेवटीं ३ ऱ्या व ६ व्या कोष्टकांत सूक्ष्मयंत्रवेधानें ठरविलेलीं कांहीं ताऱ्यांचीं वरील मानें दिलीं आहेत. तींच वाचकांनीं नकाशावरून केवळ दृष्टीनें मोजून काढावीं. म्हणजे दृष्टीला एक प्रकारची तालीम मिळेल. अथवा या कामासाठीं कागदाच्या चिठोऱ्यावर तासापुढील मिनिटें व अंश मोजण्यासाठीं लहान स्केलपट्या तयार कराव्या. पाश्चात्यांची भोगगणना **सायन** म्हणजे पूर्वोक्त गाठींपासून केलेली असते.

आकाशामध्यें ही गांठ फारच महत्वाची आहे. सूर्य या गाठीवर मार्च महिन्याच्या २१ तारखेला येतो. तेव्हां सर्व पृथ्वीवर दिनमान व रात्रिमान समान १२ तास असतें. उन्हाळा, पावसाळा, पेरण्या, पिकें इत्यादि आमच्या जीविताशीं निकट संबंध असणाऱ्या गोष्टी सूर्याचें या गांठीपासून जें अंतर त्यावर अवलंबून असतात; म्हणून या गांठीची थोरवी विशेष आहे. पण या गांठीमध्यें एक मोठा दोष आहे. तो हा कीं, ही दरवर्षी ५०·२ विकलाप्रमाणें नेहमीं

उजवीकडे सरकत असते. यामुळें प्रत्येक ग्रहाची व ताऱ्याची वार्षिक गति या गांठीच्या गतीइतकी जास्त मानावी लागते. सुमारे ५००० वर्षांपूर्वी ही गांठ रोहिणीच्या ए ताऱ्याजवळ होती ती तेथून सरकत सरकत हल्लीं उत्तराभाद्रपदेंत आली आहे. असो.

(निरयण.)

सूर्यसिद्धांतादि सर्व प्राचीन ज्योतिषग्रंथांतील ग्रहगति नाक्षत्र आहेत. म्हणजे त्या आकाशांतील कोणत्याही एका स्थिर बिंदूपासून मोजलेल्या आहेत. पण त्या स्थिरबिंदुस्थानीं अथवा त्याच्या लगत्यास ठळक तारा एकही नाहीं. पुसट दिसणारीं कांहीं नक्षत्रें आहेत त्यामुळें आरंभस्थानीय बिंदु अमुकच असें असंदिग्धपणें दाखवून देणें शक्य नाहीं. अशा प्रसंगीं आरंभस्थानासमोर एखादा ठळक तारा असेल तर त्याच्या साहाय्यानें आरंभस्थानाचा निर्देश करणें हा एकच उपाय आहे असें जाणून सूर्यसिद्धांतकर्त्यानें आरंभस्थानासमोर असणाऱ्या **चित्रा** या तेजःपुंज ताऱ्याचा भोग (म्हणजे आरंभस्थानापासून कंसाकार अंतर,) तंतोतंत १८० अंश मानिला आहे. आणि या आरंभस्थानापासून पश्चिमेस १० कला अंतरावर रेवतीचा योगतारा आहे असें त्यानें सांगितलें आहे.

आम्हींही सूर्यसिद्धांतकाराच्या मतास अनुसरून **चित्रा** ताऱ्याचा भोग तंतोतंत १८० अंश मानिला आहे. पण त्याच्या समोरील **आरंभस्थानापासून** सूर्यसिद्धांतांत सांगितल्याप्रमाणें १० कला पश्चिमेस एकही नक्षत्र नसल्यामुळें ४३ कला अंतरावर असणाऱ्या **मीन** राशींतील **म** या ४ थ्या प्रतीच्या नक्षत्राला (म्यू पिसियम) **रेवतीचा योगतारा** मानिलें आहे. या ताऱ्याच्या संबंधानें मोजलेल्या भोगाला **निरयण** भोग म्हणतात.

याप्रमाणें ठरविलेल्या स्थिर बिंदूपासून सर्व क्रांतिवृत्ताचे समान १२ भाग करून त्यांना क्रमानें मेष, वृषभ इत्यादि राशींचीं नावें दिलीं आहेत, आणि २७ समान भाग करून त्यांना क्रमानें अश्विनी, भरणी इत्यादि नक्षत्रविभागांचीं नावें आद्याक्षरांनीं दाखविलीं आहेत. या रीतीनें ठरविलेल्या राशिचक्राला आपण **आर्यराशिचक्र** (Hindoo Zodiac) असें म्हणूं

सुमारें दोन हजार वर्षांपूर्वी **हिपार्कसच्या**वेळीं पाश्चात्यांनीं आपलें राशीचक्र (Zodiac) ठरविलें. त्यांच्या चक्राच्या आरंभीं मीनराशीचा **अ** हा तारा होता. त्यांच्या राशि लहान मोठ्या होत्या, आमच्या राशीप्रमाणें सारख्या नव्हत्या. यामुळें त्यांच्या व आमच्या राशीमध्यें नकाशाचा मेळ दिसत नाहीं. सदर **अ** ताऱ्याचा सायनभोग हल्लीं सुमारें २७ अंश झाला आहे. या अंशांना **पाश्चात्यांचे अयनांश** असें म्हणतां येईल.

प्रत्येक नक्षत्रविभागाच्या आसपास जो ठळक तारा असतो त्यालाच बहुश: त्या विभागाचा **योगतारा** म्हणतात. रेलवे स्टेशनांना नांवें देण्याची रीतीही अशीच आहे. कांहीं योगतारे आपल्या विभागाच्या बाहेर किंवा त्यापासून उत्तरेकडे किंवा दक्षिणेकडे बरेच दूर आहेत. जसें **आर्द्रा, स्वाती, श्रवण, धनिष्ठा, पूर्वाभाद्रपदा, उत्तराभाद्रपदा.** योगताऱ्यांचे निरयण भोग व शर **कोष्टक** ६ यांत दिले आहेत.

भूगोलावरील एकाद्या गांवाचा किंवा स्थलाचा निर्णय करण्यासाठीं जसे त्याचे रेखांश व अक्षांश उपयोगी पडतात, तद्वत् खगोलांतील तारे किंवा ग्रह यांच्या स्थानांचा निर्णय करण्याच्या कामीं त्यांचे विषुवांश व क्रांति, किंवा भोग व शर हीं द्वंद्वें उपयोगीं पडतात ही गोष्ट वाचकांच्या लक्षांत आली असेलच. या दोन प्रकारच्या नकाशांमध्यें पूर्व पश्चिम दिशांचा जो विपर्यास दिसून येतो त्याचें कारण थोडासा विचार केला तर सहज कळेल. घोडा मंडलाकार फिरत असतां, तो जरी एकाच दिशेनें जात असतो तरी मंडलाच्या आंत व बाहेर उभे असणाऱ्या मनुष्यांना जसा त्याच्या गमन दिशेंत व्यत्यास दिसतो, तसाच प्रकार या दोन नकाशांसंबंधानें घडतो. भूगोलाचा नकाशा भूगोलाच्या बाहेरून आपण पाहतों, आणि खगोलाचा नकाशा खगोलाच्या आंतून पहातों, हेंच त्या विपर्यासाचें कारण होय. आतां **चौकोनी** नकाशांच्या विशेष वर्णनाकडे आपण वळूं.

नकाशा ३—या नकाशांतून आकाशगंगा तिरपी गेली आहे. तिच्या दोहोंबाजूंचे प्रदेश लहान मोठ्या ठळक ताऱ्यांनीं गजबजले आहेत. यामुळें हा नकाशा अत्यंत रमणीय दिसतो. **भरतपुंजा**सारखा देखणा भाग अन्यत्र नाहींच. या पुंजाची आकृती मृगासारखी आहे. **अ, ग, ब, क,** हे तारे त्याचे चार पाय. **इल्वला** नांवाच्या ३ चमकणाऱ्या बारीक तारांचा झुबका हे त्याचें डोकें. **ड,**

इ, झ, ह्या तीन ताऱ्यांची दिशा **लुब्धक** किंवा **व्याध** या तेज:पुंज १ ल्या प्रतीच्या ताऱ्याकडे आहे म्हणून या ताऱ्यांना व्याधानें या मृगाच्या पोटांत मारलेला त्रिकांड बाण म्हणतात. यापैकीं **ड** तारा अगदीं विषुववृत्तावर आहे.

श्वा, भरत, रोहिणी हे तीन ठळक पुंज एकाच रेषेंत आहेत. प्राचीन लोकांनीं याविषयीं निरनिराळीं कथानकें रचिलीं आहेत. **ऐतरेय** ब्राह्मणांत या पुंजाविषयीं पुढील चमत्कारिक गोष्ट आहे.

"प्रजापतीच्या मनांत आपल्या कन्येविषयीं अभिलाष उत्पन्न झाला. हें पाहून ती रोहिणीचें (मृगीचें) रूप धारण करून पळून जाऊं लागली तेव्हां प्रजापति मृगाच्या रूपानें तिच्या पाठीस लागला. हें अनुचित कर्म पाहून शिवाला त्वेष चढला. म्हणून त्यानें व्याधाचें म्हणजे पारध्याचें रूप धारण करून आपला घोर त्रिकांडबाण मृगावर सोडला. "मृगानुसारिणं साक्षात्पश्यामीव पिनाकिनम्" ही कालिदासाची उपमा याच कथानकावरून त्याच्या मनांत आली असेल. वैदिक ग्रंथांत या प्रकारचीं नक्षत्रासंबंधीं तुटक कथानकें बरींच आढळतात. तीं कै० दीक्षितकृत ज्योतिर्विलास आणि भारतीय ज्योति:शास्त्र या पुस्तकांत पहावीं.

मिथून राशींत **पु**नर्वसूचे अ, ब, हे ठळक तारे असून त्यांच्याजवळ **दि**सेंबरांतील उल्कावृष्टीचें केंद्र आहे. **अ**क्टोबरांतील उल्कोद्गम भरत पुजांत आणि **आ**गस्तांतील उल्कोद्गम तिमिंगिल पुंजांत **डिफ्डा** ताऱ्याजवळ आहे. याच ताऱ्याजवळ आकाशगंगेचा दक्षिण ध्रुव आहे. मिथुन, प्रश्वा आणि श्वा यांतील **अ, ब,** ताऱ्यांच्या तीन जोड्या **जानेवारींत** पाहिल्या तर विशेष आनंद होतो. पुनर्वसूच्या ताऱ्यांना **क्यास्टर** व **पोलक्स** म्हणतात.

या नकाशांतील **कृ**त्तिका, **रो**हिणी, **अ**ग्नि (वृषभाचा ब), **म**नु, **प**राशर, **क**श्यप, व **शु**क हे तारे चंद्राच्या वाटेवर असल्यामुळें केव्हां केव्हां चंद्रबिंब यांच्या अंगांवरून जातांना दृष्टीस पडतें; या चमत्काराला **पिधानयुति** म्हणतात. या पिधानयुतीचें गणित आमच्या **ज्योतिर्गणितांत** युत्यध्यायांत दिलें आहे.

ययाति पुंजांत तिसऱ्या होरारेषेवरील **अलगोल** तारा आणि तिमिंगिलांतील **मिरा** तारा हे दोन प्रसिद्ध रूपविकारी तारे आहेत. त्यांच्या **रूपविका**रांचें गणित २ ऱ्या भागांत सांगितलें आहे.

भरतपुंजांत **झ** ताऱ्याच्या दक्षिणेस **इ** (इओटा) ताऱ्याच्या जवळच उत्तरेकडे नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणारा एक प्रसिद्ध **तेजोमेघ** म्हणजे भुरकट तारा आहे. हा दुर्बिणींतून पाहिला तर विशेष मजेचा दिसतो. तेजोमेघ ही तयार होत असलेल्या ताऱ्याची बाल्यदशा आहे, असा अर्वाचीन ज्योतिर्वेत्त्यांचा तर्क आहे. **दे**वयानी पुंजांत होरा ०।३५ क्रांति उ. ४० येथें **न्यू** ताऱ्याजवळ दुसरा एक तेजोमेघ आहे. तो घासून अर्धवट पारदर्शक केलेल्या शिंगांतून दिवा जसा दिसावा तसा नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतो.

हल्लीं सूर्य आकाशगंगेंतील **मनु** ताऱ्याजवळ जूनच्या २२ तारखेला येतो त्या दिवशीं त्याच्या **दक्षिणायना**ला प्रारंभ होतो. यांत बुध, सूर्य, शुक्र, शनि हे ग्रह जेथें दाखविले आहेत त्या ठिकाणीं ते तारीख २३ एप्रिल १९१३ रोजीं होते. पंचांग व नकाशा यांचा संबंध दाखविण्यासाठीं उदाहरणार्थ ते दाखल केले आहेत. ते हल्लीं त्या ठिकाणीं दिसणार नाहींत. नक्षत्रें स्थिर आहेत म्हणून तीं नेहमीं एकाच जागीं असतात. पण ग्रह चल आहेत म्हणून ते इच्छिल्या दिवशीं कोठे असतील ती जागा ठरविण्यासाठीं गणित करावें लागतें. हें गणित कसें करावें तें या पुस्तकावलीच्या दोन नंबरच्या पुस्तकांत सांगितलें आहे. पंचांग म्हणजे अशाप्रकारें गणित करून लोकांना ग्रहांचीं स्थानें अगाऊ कळविणारें पुस्तक.

नकाशा २—या नकाशांत ठळक तारे फार थोडे आहेत. **स्वा**ती, **चित्रा** आणि **म**घा हे फक्त तीनच पहिल्या प्रतीचे तारे आहेत. यांना रेघांनीं जोडलें तर एक काटकोन त्रिकोण होतो. चित्रा व स्वाती यांना जोडणारी रेषा सहाव्या राशींतून सातव्या राशींत जातांना ग्रहांनीं ओलांडण्याचा जणू काय **उंबरा**च आहे अशी दिसते. पाश्चात्त्यांचे कन्याराशीचें चित्र **कण्व**ताऱ्यापासून तुलेच्या **क** ताऱ्यापर्यंत काढलें असतें. अर्थात् त्यांची कन्यारास ३० अंशापेक्षां मोठी आहे. चित्रा व वर्षासंपात आणि रेवती व विषुवसंपात यांमधील अंतरें परस्परांशीं समान आहेत. यांनाच **अयनांश** म्हणतात. शके १८०० यावर्षीं हीं अंतरें २२ अंश ९ कला होतीं. नक्षत्रें स्थिर आहेत पण हे संपात दर वर्षास ५०·२५ विकला उजवीकडे म्हणजे पश्चिमेकडे सरकतात. म्हणून हीं अंतरें एकसारखीं वाढत जातात. यंदा चालू शक वर्ष १८३७ आहे. व अयनांश २२ अं. ४० कला झाले आहेत.

वासुकि विभागांत **अल्फर्ड** हा एकच दुसऱ्या प्रतीचा तारा आहे. **उत्तर-मुकुट**, **भूतप**, **वृक**, **ध्वांक्ष**, **चषक** हे प्रदेश ३ ऱ्या व ४ थ्या प्रतीच्या ताऱ्यांनीं व्यापिले आहेत. **अरुंधतीकेश** हा अत्यंत अंधुक नक्षत्रांचा समूह असून त्यांतच आकाशगंगेचा उत्तर ध्रुव पडला आहे.

पुष्य, **मघा**, **शृंग**, **कण्व**, **पाणिनि**, **नल**, **चित्रा**, **विशाखा**, **गौतम** आणि **अनुराधा** हे तारे चंद्राशीं युत होण्याला योग्य आहेत. नवंबर महिन्यांतील उल्कावृष्टीचें उगमस्थान शृंग ताऱ्याजवळच आहे.

नैर्ऋत्य कोपऱ्यांत आकाशगंगेचा **नौका** नांवाचा भाग आला आहे व तो बराच उजाड आहे.

नकाशा १—तिसऱ्या नकाशाप्रमाणें या नकाशांतून आकाशगंगा तिरपी गेली आहे. त्याप्रमाणें यांतही ठळक नक्षत्रांचा भरणा मोठा आहे. **अभिजित्**, **श्रवण**, आणि **ज्येष्ठा** हे तीन पहिल्या प्रतीचे तारे आहेत. हे सांधले तर यांचा एक साधारण काटकोन त्रिकोण होतो.

या नकाशाच्या नैर्ऋत्य कोपऱ्यांतील ताऱ्यांची मांडणी फारच मनोहर आहे. पाश्चात्यांच्या नकाशांत वृश्चिकपुंजांतील **इंद्र**, **ज्येष्ठा**, **इ**, **ए**, **म**, **झ**, **ई**, **थ**, **इ**, **क**, **ल**, **उ**, हे तारे आणि **गौतम**, **अनुराधा** आणि **प** या ताऱ्यांचा एक विंचू बनविला असतो. म्हणूनच या पुंजांतून जाणाऱ्या राशीला त्यांनीं **वृश्चिक** हें नांव दिलें आहे. आमच्या भारतीयांच्या मतें **ए** पासून **उ** पर्यंत असणारे तारे सांधले तर एक सिंहपुच्छ बनतें. हें **मूळ**विभागांत पडतें म्हणून मूळपुंजाचा आकार सिंहपुच्छाकार सांगितला आहे.

उत्तराषाढा, **मृकंडु**, **पूर्वाषाढा**, आणि धनुराशीचे **ए** व **झ** हे तारे मिळून दुसरा एक सुंदर नक्षत्रपुंज बनतो. मृकंडु ताऱ्याजवळ सुमारें ६ अंश लांब व ४ अंश रुंद असा एक लंबगोलाकार भाग इतका तेजस्वी आहे कीं, अगदीं निष्काळजीनें पहाणाऱ्याचें लक्ष देखील तो आपल्याकडे ओढून घेतो. तो घन-दाट स्वच्छ मेघासारखा सफेद तेजस्वी दिसतो. मोठ्या दुर्बिणींतून त्याजकडे पाहिलें तर तो एक लाख नक्षत्रांच्या थव्यासारखा दिसतो.

ईशान्य कोपऱ्यांतील **देवयानीचा अ** आणि **उच्चैःश्रव्याचे ग**, **अ**, **ब**, हे तारे मिळून एक चौकोन होतो याला उच्चैःश्रव्याचा **चौकोन** म्हणतात. या-पैकीं समोरासमोरील **अ** तारे पूर्वा व उत्तरा-**भाद्रपदांचे** योगतारे आहेत. **याम**-

मत्स्याचा अ (फोमलो) तारा आसपास ओसाडी असल्यामुळें विशेष मनोवेधक झाला आहे. याच्या थेट उत्तरेस क्रांतिवृत्ताजवळ शततारका पुंजाचा योगतारा ल (लांब्डा) आहे. ग्रहगणितांत पृष्ठ १५१ यावर झीटापिसियम ताऱ्याची तेजोहानी होत आहे असें जें आम्हीं लिहिलें आहें तें वास्तविक नाहीं. सदर तेजोहानी या याममत्स्यांतील झीटा ताऱ्याची होत आहे असें समजावें. फ्रेंच भाषेंत मीन व मत्स्य यांचा वाचक एकच शब्द आहे त्यामुळें सदर नजरभूल झाली. तथापि झीटा पिसियम ही तारा अत्यंत अंधुक आहे यांत संशय नाहीं.

या नकाशांत विषुववृत्ताच्या दक्षिणबाजूजवळ दोन तीन अंश अंतः ओळीनें ६।७ तिसऱ्या प्रतीचे तारे आहेत. या ताऱ्यांच्या मदतीनें केवळ दृ विषुववृत्ताची स्थिति ठरवितां येते.

गौतम, अनुराधा, जेष्ठा, शिव, मृकंडु, उत्तराषाढा, शाकल्, भरद्वाज, कुबेर हे तारे चंद्राशीं युत होण्याजोगे आहेत. ता. २३ एप्रील १९१३ ज्येष्ठा नक्षत्राशीं चंद्राची पिधानयुति झाल्याचें नकाशावरून दिसतें. सदर दिवसाची गुरु व मंगळ यांची स्थानें नकाशावर दाखविली आहेत.

एप्रिलांतील उल्कावृष्टीचें केंद्र होरा १८ क्रांति उत्तर ३० अंश येथें आहे. सूर्याचें उदगयन ता २२ डिसेंबरला शिवताऱ्याजवळ होतें. २४ वी होरा पूर्वबिंदूजवळ आहे. तोच विषुवसंपात तिसऱ्या नकाशाच्या आरंभीं दृष्टीस पडतो.

नक्षत्रपुंज व तारे—यांची ओळख.

येथपर्यंत आकाशाचें स्वरूप, नेहमीं चक्रासारखें फिरत असण्याचा त्याचा स्वभाव, त्या स्वभावास अनुसरून इच्छिल्यावेळीं त्याचे नकाशे कसे फिरवून धरावेत, आणि प्रत्येक नकाशांत ध्यानांत ठेवण्याजोग्या गोष्टी कोणत्या आहेत इत्यादि विषयांचें विवेचन करण्यांत आलें. आतां सांगितलेल्या ध्यानांत ठेवण्याजोग्या गोष्टी नकाशांत दाखल केल्याप्रमाणें आकाशांत दिसतात किंवा नाहींत तें पहावयाचें. सारांश, नकाशे त्या त्या प्रदेशांचीं हुबेहूब चित्रें आहेत किंवा कोठेंतरी कांहीं विसंगतता आहे; हें प्रत्यक्ष पाहून आपली खात्री करून घेण्याचें

काम राहिलें आहे. तेवढें वाचकांनीं केले म्हणजे झालें. आकाश व नकाशे ताडून पहाण्याचें काम मनोरंजक असल्यामुळें थोडक्याच दिवसांत नक्षत्रपुंजांची व ताऱ्यांची पक्की ओळख होईल. मग आपण कोठेंही देशांतरीं गेलों तरी ही आपली ओळखीची मंडळी आपल्या बरोबर येणारच. त्यांचा वियोग कधींही घडणार नाहीं.

पूर्वरात्रीं ८ घंट्यांच्या पुढें म्हणजे रेलवेटाइमप्रमाणें विसाव्या घंट्याच्या पुढें सूर्योदयापर्यंत आकाश स्वच्छ असतें म्हणून या अवधींत आकाशाचा अभ्यास करणें बरें. प्रथम पांचव्या नकाशापासून प्रारंभ करावा. तो अवगत झाल्यावर चौथा, नंतर तिसरा याप्रमाणें सर्व नकाशे संपवावे. वाटोळे नकाशे ताडून पहाणें बरेंच सोपें आहे. पण चौकोनी नकाशांचा कांहीं भाग आपल्या डोक्यावर असतो तो उभें राहून पहाण्याचा प्रयत्न केला तर मानेला फार श्रम होतात म्हणून डोक्यावरील तारे पहाते वेळीं दक्षिणेकडे पाय करून उताणें निजणें बरें. उताणें निजणें देखील श्रमाचें वाटतें. म्हणून चौकोनी नकाशांचा जो भाग पूर्व क्षितिजालगत किंवा पश्चिम क्षितिजालगत सहज दिसण्याजोगा असेल तेवढाच पहावा. पुढें दोन दोन तासांनीं नवे नवे पुंज व तारे उगवतील तसतसे पहाण्याचा क्रम ठेवावा. यासाठीं मागें पृष्ठ(११) यांत सांगितल्याप्रमाणें कोष्टक २ यांतून जी उभी होरा येईल तिच्यांत ६ होरा मिळवून येणारी होरा पूर्वक्षितिजाला जुळवून धरावी म्हणजे क्षितिजाजवळच्या आकाशाचें चित्र नकाशांत दिसेल. अथवा उभ्या होरेंत ६ होरा वजा करून येणारी होरा पश्चिम क्षितिजाशीं जुळवून धरावी म्हणजे पश्चिम क्षितिजासन्नप्रदेशाचा देखावा दिसेल. हें काम थोड्याशा सवयीनें सहज साध्य होतें.

याप्रमाणें पांचही नकाशांतील ताऱ्यांची ओळख झाल्यावर तिची उजळणी निराळ्याच रीतीनें करावी. प्रथम ३ऱ्या नकाशापासून प्रारंभ करून १ल्या नकाशाच्या शेवटापर्यंत क्रमानें क्रांतिवृत्तावरील राशि, नक्षत्रविभाग, योगतारे, चंद्रयुत्यनुकूल तारे यांच्या ओळखीची अनुक्रमानें उजळणी करावी. ही ओळख इतकी दृढ झाली पाहिजे कीं, कोणत्याही वेळीं आकाशाकडे पाहिलें तर क्रांतिवृत्त अमुक ठिकाणीं क्षितिजाला लागलें आहे, किंवा अमुक ग्रह क्रांतिवृत्ताच्या अमुक बाजूला आहे असें नकाशाच्या साहाय्यानें तरी सांगतां येईल. क्रांतिवृत हें सर्वग्रहांचा रहदारीचा रस्ता आहे म्हणून त्याचें महत्व जास्त

दुसरी उजळणी विषुववृत्ताच्या वाटेनें जाऊन करावी. मिरा, भरतपुंजांतील त्रिकांडवाण, आर्द्रा, प्रश्वा, अल्फर्ड, मघा, चित्रा, श्रवण, या ठळक ताऱ्यांच्या उत्तरेस किंवा दक्षिणेस ५।६ अंशांच्या आंत तें जवळच असतें. म्हणून या ताऱ्यांच्या अनुरोधानें विषुववृत्ताची स्थिती ठरवावी. विषुववृत्ताचें एक टोंक नेहमीं पूर्वबिंदूंत असतें आणि दुसरें पश्चिमबिंदूंत असतें. आणि उत्तरध्रुव क्षितिजापासून जितका वर असतो तितकेंच विषुववृत्त खमध्यापासून दक्षिणेकडे झुकलेलें असतें. हा झोंक कायम असतो. तो क्रांतिवृत्ताच्या पातळीच्या झोंकाप्रमाणें डोलत नाहीं. पूर्वोक्त ताऱ्यांपैकीं एकादा तारा क्षितिजाजवळ असेल तर त्यावरून साधारण स्थूल रीतीनें पूर्व आणि पश्चिम दिशा कळतात. यापेक्षां उत्तरध्रुवावरून दिशा ठरविणें बरें.

तिसरी उजळणी आकाशगंगेच्या वाटेनें जाऊन करावी. आकाशगंगेविषयीं सविस्तर वर्णन २ ऱ्या भागांत आहे. एकंदरींत नउदशांश ठळक नक्षत्रांची संख्या आकाशगंगेजवळ आहे. त्यांत उत्तरगोलार्धापेक्षां दक्षिणगोलार्धांत ठळक तारे विशेष आहेत. आपले ग्रह बरोबर घेऊन सूर्य ज्या कक्षेंत फिरतो तिचा मध्य दक्षिणगोलार्धांतील महासूर्य जो **अगस्ति** त्याच्या मध्यांत असावा असें अलीकडे पाश्चात्यांचें मत होऊं लागलें आहे.

नक्षत्रें ओळखण्याचें काम अंधाऱ्या रात्रीं करावयाचें असतें. पण नकाशा पहाण्यास उजेडाची जरूरी लागते. अलीकडे खिशांत बाळगण्याजोगे चिमुकले विजेचे दिवे मिळूं लागले आहेत. हे दिवे कळ दाबून एका क्षणांत लावितां येतात किंवा मालवितां येतात. यांना वाऱ्याचें भय नसतें. किंमतही बेताची म्हणजे सुमारें दोन रुपये असते. म्हणून सवड असेल तर रात्रीं नक्षत्रें ओळखण्याच्या प्रसंगीं या दिव्यांचा उपयोग करावा.

भाग २ रा.

ताऱ्यांविषयीं माहिती व गणित.

येथपर्यंत आकाशांतील ताऱ्यांची ओळख कशी करून घ्यावी तें सांगितलें, पण एवढ्यानें वाचकांचें समाधान होणार नाहीं. भूपृष्ठांवरील केवळ गांवें, नद्या, पर्वत यांच्या घोकीव ज्ञानापासून खरा आनंद थोडाच होतो. खरा आनंद व बोध पाहिजे असेल तर त्या त्या देशांत जाऊन तेथील हवा, प्राणि, वनस्पति, आकाशाला भिडलेलीं दिसणारीं पर्वतशिखरें, अनेक रंगांच्या फलपुष्पांनीं आच्छादलेले वृक्ष, गर्द झाडींतून वहाणाऱ्या नद्या, शेकडों फुट उंचीवरून खोल दरीमध्यें उड्या घेणारे पिंजलेल्या कापसासारखे सफेद पाण्याचे प्रवाह, विलक्षण मनोहर रंगांचे पशु व पक्षी, हीं सर्व प्रत्यक्ष पाहिलीं पाहिजेत. उत्तरकानडा जिल्ह्यांत **जागे** गांवाजवळ **गेरसप्पा** नांवाचा सर्व जगांत श्रेष्ठ असा धवधबा आहे. तेथें **श**रावती नदी **म्हैसूर** संस्थानांतून वहात येऊन एकाएकी ९०० फुट उंचीवरून कड्याखालीं कोसळून पडते. तो मेघगर्जनेसारखा गंभीर अवाज, तो तुषारापासून उत्पन्न होणारा धुक्यासारखा ऊर्ध्वगामी मेघ, त्यावर सूर्याचे किरण पडून उत्पन्न होणारें इंद्रधनुष्य, खालीं निर्धास्तपणें विहार करणारे पारव्यांचे कळप, कड्याखालीं पाहिलें तर भोंवळ आणणारा भयंकर देखावा, हें सर्व प्रत्यक्ष पाहिल्यापासून जो मनावर परिणाम होतो तो पुस्तकीय वर्णनापासून कधींही होणार नाहीं. म्हणून ताऱ्यांची माहिती झाल्यावर आपण स्वस्थ बसूं नये. तर आकाशांत प्रवास करण्याच्या तयारीला लागलें पाहिजे. 'आकाशांतील प्रवास' हे शब्द ऐकून वाचक दचकतील पण दचकण्याचें कारण नाहीं. तो प्रवास भूपृष्ठावरील प्रवासापेक्षां शतपट सोईवार आहे. टिकीट घेऊन आगगाडींत बसल्यावर जशीं गांवें, डोंगर, नद्या आपल्याकडे धांवत येतात, त्याप्रमाणें प्रत्येक तारा दररोज आपणाकडे न कळत धांवत येऊन भेट देऊन जात असतो, याची आम्हांस कल्पना देखील नसते. आम्ही त्यांच्यावर दृष्टिप्रसाद देखील करीत नाहीं. हा कृतघ्नपणा नव्हे काय? तथापि ते जर आमच्या भेटीस येतात, तर आम्हीं नुसतें त्यांजकडे पाहिलें

म्हणजे आपलें कर्तव्य संपलें असें मात्र मानूं नये. तर आपणही पांच पंचवीस पावलें त्यांना सामोरें जाऊन त्यांचें क्षेम कुशल विचारिलें पाहिजे.

भूगोलावर प्रवास करण्याची उत्तम साधनें म्हणजे आगगाड्या व आगबोटी. याचप्रमाणें आकाशांत प्रवास करण्याचीं उत्तम साधनें म्हणजे दुर्बिणी.* एक दुर्बिण हातामध्यें असली म्हणजे बसल्या ठिकाणीं बसून एका क्षणांत लाखो मैल दूर जातां येतें. चंद्र आम्हांपासून २४०००० मैल दूर आहे. पण एक मोठी शक्तिमान दुर्बिण हातांत असली म्हणजे चंद्रापासून फक्त ६० मैलावर आम्हांस उभें रहातां येतें. दुर्बिण ही मनुष्यानें आपल्या अकलेनें निर्माण केलेली एक प्रकारची दिव्यदृष्टिच आहे.

आतां सर्वांस अशा मोठ्या दुर्बिणी मिळतात अशी गोष्ट नाहीं. आरंभीं अपरा ग्लासेस किंवा बायनाक्युलर किंवा लहानशा दुर्बिणी मिळाल्या तरी चालेल. प्रथम लुब्धक, अगस्त्य इत्यादि ठळक तारे पहावे म्हणजे त्यांचें खरें तेज केवळ डोळ्यानीं दिसणाऱ्या तेजापेक्षां कितितरी पट अधिक आहे याची खात्री होईल.

---

* दुर्बिणीची शक्ति मोठी असेल त्या मानानें हिची किंमतही मोठी असते. येथें वाचकाच्या माहितीसाठीं किंमतीच्या मानानें सवंग असून जास्त काम देणाऱ्या दुर्बिणी कोठें मिळतात तें कळविलें म्हणजे पुरे. फ्रान्स देशांत Societe astronomique de France नांवाची एक संस्था इ० स० १८८७ या वर्षीं स्थापन झाली आहे. सर्व देशांत ज्योतिःशास्त्रविषयक ज्ञानाचा प्रसार करणें हा तिचा मुख्य हेतु आहे. या संस्थेनें शालोपयोगी दुर्बिणी नांवाच्या लहान लहान तीन प्रतींच्या दुर्बिणी तयार करवून विक्रीसाठीं ठेविल्या आहेत. त्यांच्या किंमती ३० रु०, ४५ रु०, ६६ रु० अशा आहेत. यापैकीं ३० रुपये किंमतीच्या दुर्बिणीची लांबी ७० सेंटिमेटर म्हणजे सुमारें २७ इंच भरते. तिच्या बरोबर २५ व ५० पट आकार वाढविणारीं दोन भिंगें असतात आणि सूर्य पाहण्याचें एक काळें भिंग व लांकडा स्टँड मिळतात. या दुर्बिणींतून दिसणारे आकाशांतील पदार्थ—चंद्रावरील शांत झालेले ज्वालामुखी पर्वत, गुरूचे उपग्रह, सूर्यावरील मोठें डाग, शनीचें वलय [कदाचित्], शुक्राच्या कला, शौरी व ययाति विभागांतील नक्षत्रांचे झुबके, भरत व देवयानींतील तेजोमेघ, सातव्या प्रतीचे तारे परस्परांपासून १० विकला अंतरावर असणाऱ्या संयुक्त किंवा युग्म ताऱ्यांचें पृथक्करण.

दुर्बिण मिळण्याचा पत्ता— M. Ballot, Biblio-thecaire de la Societe astronomique de France, rue Serpent 25 a Paris.–पत्रव्यवहार इंग्लिश भाषेंत केला तरी चालेल.

ताऱ्यांच्या प्रती व संख्या.

नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या लहान मोठ्या ताऱ्यांची संख्या सुमारें ६००० आहे. म्हणजे एकाच वेळीं सुमारें ३००० नक्षत्रें दृष्टीस पडतात. जितकी दुर्बिणीची शक्ति जास्त असेल तितकी तिच्यांतून दिसणाऱ्या ताऱ्यांची संख्याही जास्त होते. कांहीं मोठ्या दुर्बिणींतून पाहिलें तर दोन कोटी तारे दृष्टीस पडतात म्हणून परमेश्वराला अनंतकोटिब्रह्मांडनायक म्हणून जें विशेषण लावतात तें अगदीं यथायोग्य आहे. त्यांत यत्किंचित् देखील अतिशयोक्ति नाहीं.

डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या ताऱ्यांच्या चकाकीच्या मानाप्रमाणें त्यांचे ६ वर्ग किंवा प्रति केल्या आहेत. दुर्बिणींतून दिसणाऱ्या ताऱ्यांचे ७पासून १९ पर्यंत वर्ग केले आहेत. क्रमिक दोन वर्गांमध्यें अनेक पोटवर्ग केलेले असतात. कोणी एकानें ताऱ्यांची वर्गवार मोजदाद या प्रमाणें केली आहे. पहिल्या वर्गांतील तारे १३, दुसऱ्यांत २५, तिसऱ्यांत ९९, चौथ्यांत ३१७, पांचव्यांत १०२५, सहाव्यांत २८६५, सातव्यांत ९०८२, आठव्यांत ३१५७९ इत्यादि. यांवरून मागील वर्गांतील संख्येपेक्षां पुढील वर्गांतील संख्या सुमारें तिपटीनें मोठी असते असा साधारण नियम बसतो.

अमेरिकेंत **हारवार्ड** नांवाच्या वेधशाळेंत ताऱ्यांची चकाकी मोजण्याची उत्तमोत्तम यंत्रें आहेत. येथें ठरविलेल्या चकाक्या सर्वत्र मान्य केल्या जातात. या कामाला इंग्रजी भाषेंत फोटोमेट्री म्हणतात. हें प्रकाशमापनाचें काम कोणत्या तत्त्वावर केलें जातें तें येथें विस्तारभयास्तव सांगता येत नाहीं. कै०कृष्णशास्त्री गोडबोले यांच्या ज्योतिःशास्त्रांत या विषयाची माहिती दिली आहे ती पहावी. येथें चकाक्यांचें मान ठरविल्यानंतर त्यांची प्रतबंदी कशी करितात तें सांगतों. चकाकी मोजण्याच्या कामांत रोहिणी ताऱ्याची चकाची मूलमान मानिली असते. व सोईसाठीं हिचें मान १०० मानिलें आहे.

पहिल्या व सहाव्या प्रतींच्या चकाक्यामध्यें बरोबर १०० गुणोत्तर असावें आणि मधल्या प्रतींच्या चकाक्या सारख्या गुणोत्तरानें वाढत गेलेल्या असाव्या असें पाश्चात्य ज्योतिर्विदांनीं सर्वानुमतें ठरविलें आहे. म्हणून जिचें पहिलें पद १ आहे, आणि सहावें पद १०० आहे अशी एक भूमितिश्रेढी लाग्रतमाच्या

सहाय्यानें उत्पन्न केली तर १,२·५१; ६·३१, १५·६२, ३९·८९, १००. अशी तिचीं सहा पदें येतात. हीं अनुक्रमें ६, ५, ४, ३, २, १ या प्रतींच्या चकाक्यांची मानें झालीं. यावरून कोणतीही वरील प्रत खालील प्रतीपेक्षां सुमारें अडीच पट मोठी असतें असें दिसून येतें. ताऱ्याची चकाकी यंत्रानें ठरविल्यावर तिची सावयव प्रत पुढील रीतीनें लावतात.

प्रत=६–(२·५ × चकाकीचें लाग्रतम)

उदाहरण—लुब्धक, मघा, व हामल या ताऱ्यांच्या चकाक्या अनुक्रमें ९१२, ७६, व ३६ आहेत तर त्यांच्या प्रति कोणत्या ? चकाक्यांचीं लाग्रतमें अनुक्रमें २.९६, १.८८, १.५६. आहेत.

वरील समीकरणांत हीं लाग्रतमें मांडून तीं सोडविलीं तर असें येतें—

६–(२·५ × २·९६) = – १·४ ही लुब्धकाची प्रत
६–(२·५ × १·८८) = + १·३ ,, मघाची ,,
६–(२·५ × १·५६) = + २·१ ,, हामलची ,,

ताऱ्यांचीं अंतरें.

——:०:——

मोजण्याच्या लांबीप्रमाणें मोजण्याच्या काठीची लांबी असते. कापड हातानें किंवा गजानें मोजतात. नद्यांची व पर्वतांची लांबी मैलानें मोजतात. कालिदासानें **हिमालय** पर्वताला पृथ्वीच्या मानदंडाची उपमा दिली आहे ती फारच मार्मिक आहे. पृथ्वीपासून चंद्र व सूर्य यांचीं अंतरें मोजण्यासाठीं (म्ह० लंबन ठरविण्याच्या कामीं) पृथ्वीच्या ४००० मैल लांब त्रिज्येला मानदंड समजतात. सूर्यापासून ग्रह किंवा धूमकेतूंचीं अतरें मोजण्यास नउ कोटि मैल लांबीच्या भूकक्षात्रिज्येला मानदंड मानतात. पण नक्षत्रें आम्हांपासून किंवा सूर्यापासून इतकीं दूर आहेत कीं, तीं मोजण्याला अथवा त्यांचें माप सांगण्याला ९ कोटि लांबीचा मानदंड घेणें म्हणजे मैलाची लांबी मोजण्याला खसखशीच्या दाण्याची त्रिज्या घेण्यासारखें आहे. मागें सांगितलेंच

आहे कीं नरतुरंगांतलि **मित्र*** तारा सूर्याला अत्यंत समीप असला तरी त्यांचें अंतर २७६००० भूकक्षा त्रिज्या प्रमित आहे. म्हणून नक्षत्रांचीं अंतरें मोजण्याच्या कामीं हा ९ कोटि मैल लांबीचा मानदंड तुच्छ होतो. म्हणून अर्वाचीन ज्योतिर्विदांनीं प्रकाशवर्ष नांवाचा नवीन मानदंड कल्पिला आहे. सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीवर येण्याला ८.३ मिनिटें लागतात म्हणजे किंचित् स्थूलमानानें प्रकाश दर मिनिटाला एक कोटी मैल चालतो. एका वर्षाचीं मिनिटें ५२५९६९ होतात. म्हणून एका वर्षांत प्रकाश ५२५९६९००००००० मैल चालतो. या अवाढव्य अंतराला मानदंड समजून त्याला **प्रकाशवर्ष** हें नांव दिलें आहे. या मानदंडानें गणित करून ताऱ्यांची अंतरें चालून जाण्यास प्रकाशाला किती वर्षे लागतात तें पुढें सांगितलें आहे. **उदाहरण**- मित्र ताऱ्याचें अंतर २७६००० भूकक्षात्रिज्या आहे. एक त्रिज्या चालण्याला प्रकाशाला ९ मिनिटें लागतात तेव्हां पूर्वोक्त त्रिज्या चालण्याला २४८४००० मिनिटें लागतात. यांना पूर्वोक्त एका वर्षाच्या मिनिट संख्येनें भागिलें तर ४.७२ वर्षे येतात. यांची स्थूलता नाहींशी करण्यासाठीं यांना पुनः ८.३ नीं गुणुन ९ नीं भागिलें तर त्यांच्या प्रकाशवर्षाचें सूक्ष्म मान ४.३५ वर्षे येतें.

तारे	प्रकाशवर्षे	तारे	प्रकाशवर्षे
मित्र	४.३५	रोहिणी	२१.७३
लुब्धक	८.८१	ब्रह्महृदय	२७.१६
प्रश्वा	१०.८६	अभिजित्	२७.१६
श्रवण	१४.१७	उत्तर ध्रुव	४६.५५

---

* या ताऱ्याचें वार्षिक लंबन इतर सर्व ताऱ्यांपेक्षां जास्त आहे. तरी तें पाऊण विकलेपेक्षां जास्त नाहीं. मित्र ताऱ्यावरून सूर्याकडे पाहिलें तर पृथ्वी सूर्याभोवतीं पाऊण विकला त्रिज्येनें फिरत आहे असें दिसतें. या मानानें सूर्य व मित्र यांचें अंतर २०६२६५ विकला येतें. याला पाउण विकलेनें भागिलें तर भागाकार २७५००० येतो. म्हणजे सूर्य व मित्र यांचें अंतर सूर्य व पृथ्वी यांच्या अंतराच्या २७५००० पट आहें. त्रिज्यामित कंसांत २०६२६५ विकला असतात.

गुरुत्वाकर्षणानें विश्व व्यापिलें असल्यामुळें त्यांतील कोणतीही वस्तु स्थिर असूं शकत नाहीं. इतर नक्षत्रांप्रमाणें आमचा सूर्य देखील ग्रहांचा परिवार आपल्या बरोबर घेऊन कोणत्या तरी एका **महासूर्या**भोंवतीं फिरत असला पाहिजे. त्यामुळें नक्षत्राच्या दृश्य गतींत सूर्याची निजगति मिसळलेली असते. सूर्याच्या निजगतीचें मान व दिशा निश्चितपणें कळेपर्यंत ताऱ्यांच्या गतीचें मान व दिशा ठरविणें अशक्यच म्हटलें पाहिजे. कांहीं पहिल्या प्रतीच्या ताऱ्यांची दृश्य वार्षिक गति पाश्चात्यांनीं महाप्रयासानें ठरविली आहे ती खालीं दिली आहे. गतीची दिशा दाखविणारे जे दिगंश खालीं दिले आहेत त्यांचा आरंभ उत्तर ध्रुवापासून होतो. तेथून पूर्व, दक्षिण, पश्चिम आणि शेवटीं उत्तर हा क्रम समजावा.

	लुब्धक	प्रश्वा	स्वाती	अभिजित्	मित्र	चित्रा
विकला	१.३२	१.२५	२.२८	०.३६	३.६६	०.०६
दिगंश	२०४	२१४	२०९	३४	२८१	२३१

टीप—यामध्यें चित्राताऱ्याची वार्षिक दृश्यगति अत्यल्प आहे. एक हजार वर्षांत एक कलामात्र आहे. म्हणून अयनांश ठरविण्याच्या कामीं हा सर्वांपेक्षां श्रेष्ठ आहे यांत संशय नाहीं.

ताऱ्यांचे रंग.

——:o:——

ताऱ्यांचे रंग निरनिराळे असतात ही गोष्ट नुसत्या डोळ्यांनीं त्यांच्याकडे पाहिलें तरी कळून येतें. पण दुर्बिणींतून पाहिलें तर त्या रंगांचे भेद स्पष्ट दिसतात. वाचकांच्या माहितीसाठीं कांहीं ठळक ताऱ्यांचे रंग पुढें सांगितले आहेत.

तांबडे तारे—आर्द्रा, ज्येष्ठा, रोहिणी.

निळे तारे—ब्रह्महृदय, रीगेल, प्रश्वा, चित्रा, भरताचा ग.

हिरवे तारे—लुब्धक, अभिजित , श्रवण.

पिवळा तारा--स्वाती.

पांढरे तारे---मघा, उत्तरा, फोमलहौ (याममत्स्याचा अ,)

लुब्धक प्राचीनकाळीं तांबडा होता, तो हल्लीं हिरवा झाला आहे. ब्रह्महृदय पूर्वी तांबडा होता, तो हल्लीं निळसर झाला आहे. असे रंग पालटण्याचें कारण काय असावें तें कळत नाहीं.

आकाशगंगा.

आकाशगंगा हें एक मोठें बिकट कोडें आहे. यांतील असंख्य तारे कोणत्या बंधनांनीं नियंत्रित झाले आहेत हें समजत नाहीं. हें तारकावलय अगदीं रेखलेलें नाहीं कोठें ३० अंश रुंद तर कोठें २ अंशाच रुंद. ४ थ्या नकाशांत तें दुखंड झालें आहे. १ ल्या नकाशांत तर तें मध्यें बरेंच लांब चिरलेलें दिसतें वाऱ्याच्या प्रवाहांत सांपडलेला धुराचा लोट जसा अव्यवस्थित दिसतो तसें हेंही ओबड धोबड दिसतें.

यांतील तारे परस्परांपासून पूर्वोक्त अचिंत्य अंतरावर आहेत. म्हणून यांच्या विस्ताराची कल्पना करूं लागलों तर मन दचकतें. विचारशक्ति कुंठित होते व क्षणभर आपलें भान नाहींसें होतें. ही एका आकाशगंगेची गोष्ट झाली. पण मोठ्या दुर्बिणींतून पाहिलें तर अशा शेकडों आकाशगंगा अंतरिक्षांत तरंगत आहेत असें दिसतें. तेव्हां अशा विस्ताराची कल्पना तरी कशी होणार. म्हणून आम्हां मानवाना विश्व म्हणजे ब्रह्म हें अचिंत्य आहे. ' यतो वाचो निवर्तंते अप्राप्य मनसासह ' असें जें तैतिरीय श्रुतींत म्हटलें आहे तेंच खरें. तथापि सर्व विश्व अचिंत्य असलें म्हणून अपल्या आसपासचा भाग अचिंत्य होत नाहीं. यासाठीं मनुष्यानें आपली जिज्ञासा जागृत ठेऊन ज्ञानप्राप्त्यर्थ यथाशक्ति प्रयत्न चालू ठेविले पाहिजेत.

आमचा सूर्य अकाशगंगेतील असंख्य ताऱ्यांपैकीं एक तारा आहे. तो तिच्या दक्षिणेकडील भागांला जवळ आहे म्हणून दक्षिण गोलार्धांत ठळक ताऱ्यांची संख्या जास्त आहे. अगस्ती ताऱ्याभोंवतीं तो फिरत आसावा अशी अर्वाचीन विद्वानाची अटकळ आहे. **आगस्तीचे** लंबन .३७ वि. आहे. त्याचा व्यास सूर्याच्या व्यासाच्या १३४ पट आहे. क्षेत्रफळ १८००० पट आणि घनफळ २४२०००० पट आहे.

संबद्ध तारे.

पृथ्वी आणि चंद्र हे जसे परस्परांच्या आकर्षणानें बांधले गेले असल्यामुळें परस्परांभोंवतीं फिरतात, तसें परस्पराभोंवतीं अथवा आपल्या साधारण गुरूत्व-मध्याभोंवतीं फिरणारे जोडतारे पुष्कळ आढळून आले आहेत. ते बहुशः परस्परांपासून फारच जवळ असतात. त्यामुळें मोठ्या दुर्बिणीशिवाय ते पृथक दिसत नाहींत. जोड ताऱ्यापैकीं एक दुसऱ्यापेक्षां लहान असतो. अथवा दोनही आकारानें व तेजानें सारखेच असतात. अथवा एकाचा रंग तांबडा असेल तर दुसऱ्याचा हिरवा असतो. जोड ताऱ्यापैकीं पुष्कळ ताऱ्यांच्या कक्षांच्या केंद्रच्युति, मध्यमांतरें व प्रदक्षिणा काल पाश्चात्य ज्योतिर्विदांनीं ठरविले आहेत. उदाहरणार्थ नकाशा ३ पहा.

जोडतारा.	जोडताऱ्याच्या प्रति.	अंतरें.
मिझार (देवयानी)	२.४ व ४.०	१४.५ विकला.
पुनर्वसु	२.७ व ३.७	५.८ विकला.
अल्माक (देवयानी)	२.३ व ५.४	१०.० विकला.
ज्येष्ठा	१.२ व ७.०	३.३ विकला.

सांनिध्यवशात् जोडताऱ्यासारखीं दिसणारीं तारायुग्में शेकडों आहेत. साधारण बायनाक्युलर दुर्बिणींतून पाहिलें तर तीं सहज दृष्टीस पडतात. अशा जोड्या पहाण्यास सुंदर दिसतात पण त्यांच्यामध्यें आकर्षण संबंध असत नाहीं. सप्तर्षिपुंजांतील वसिष्ठ व अरुंधती ही अशाच प्रकारची जोडी आहे. रोहिणी, कृत्तिका, भरत या पुजांत व ज्येष्ठाजवळच्या सिंह पुच्छांत अशा आकस्मिक जोड्या बऱ्याच आढळतात.

रूपविकारी तारे.

कांहीं तारे असे आहेत कीं, त्याची चकाकी सदा सारखी असत नाहीं. ती बदलत असते. व कांहीं नियमित अवधीनंतर त्या हेरफेराची पुनरावृत्ति होत असते. अशा ताऱ्यांना **रूपविकारी** अथवा तेजोविकारी तारे म्हणतात.

ज्या ताऱ्यांच्या रूपविकाराची पुनरावृत्ति ३० दिवसांपेक्षां कमी कालांत होते त्यांस अल्पकालिक म्हणतात. ज्यांच्या पुनरावृत्तीचा काल ३० दिवसांपेक्षां मोठा असतो त्यांना दीर्घकालिक म्हणतात. ज्यांच्या पुनरावृत्तीच्या कालाची

इयत्ता ठरवितां येत नाहीं त्यांना अनियतकालिक म्हणतात. आणि जे तारे डोंगरावर वणवा पेटल्याप्रमाणें अकस्मात दिसूं लागतात आणि थोडाशा महिन्यानंतर विजून गेल्याप्रमाणें नाहींसे होतात अशा ताऱ्यांना नूतन तारे म्हणतात.ज्यांचे रूपविकार दुर्बिणीच्या साहाय्यानेंच चांगले ओळखतां येतात असे शेंकडों तारे पाश्चात्यांनीं शोधून काढिले आहेत. त्यांच्या रूपविकाराच्या पुनरावृत्तीचे काल व त्यांच्या गणिताचे क्षेपक व मूलांक फ्रेंच **अन्युयेर** पुस्तकांत दिले असतात. त्यापैकीं केवळ डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या एक दोन रूपविकारी ताऱ्याचें वर्णन व गणित वाचकांच्या मनोरंजनार्थ या पुस्तकांत देण्याचें आम्हीं योजिलें आहे.

अल्पकालिकः—नकाशा ३ यांतील ययातिपुंजांत होरा ३ व उत्तरक्रांति ४० अंश या ठिकाणीं **अल्गोल** नांवाचा रूपविकारी तारा आहे. हा २ दिवस १३·५ तास दुसऱ्या प्रतीचा असतो. नंतर त्याचें तेज कमी होऊं लागतें आणि ३·५ तासांनीं तो ४ थ्या प्रतीचा तारा होतो. या स्थितींत १५ मिनिटें राहिल्यानंतर त्याचें तेज वाढूं लागतें आणि ३·५ तासांनीं तो पुनः पूर्ववत् दुसऱ्या प्रतीचा दिसूं लागतो. याच्या तेजोन्यूनाधिक्याचा एक पर्यय म्हणजे फेरा २·८६७३१ दिवसांत होतो. या ताऱ्याचा शोध **गुडरिक** यानें इ. स. १७८२ या वर्षी लावला. तेव्हांपासून त्याचे रूपविकार सतत होत आहेत. मुंबईनजीकच्या कुलाब्याच्या दीपस्तंभाप्रमाणें हा एक ईश्वरी दीपस्तंभ म्हणावयाचा. किंवा हल्लींच्या पद्धतीप्रमाणें मनगटावर बांधण्याचें हें एक ईश्वरी चिमुकलें वॉच म्हटलें असतां शोभेल. फ्रेंच पंचांगांत या ताऱ्याच्या तेजोहानीचे काल अवर मिनिटांपर्यंत सूक्ष्म दिले असतात. आमच्या केतकीपंचांगांतही ते देतां यावे म्हणून याच्या गणिताचीं कोष्टकें रचून तीं या पुस्तकाच्या शेवटीं दिलीं आहेत. व गणित करण्याची पद्धति सोदाहरण दिली आहे.

दीर्घकालिक—नकाशा ३ यांत तिमिंगिल पुंजांत होरा २ मि. १८.५ दक्षिण क्रांति ३ अंश २४ कला या ठिकाणीं असणारा **मिरा** नांवाच्या ताऱ्याच्या तेजांत याहीपेक्षां विलक्षण फेरफार घडतात. या फेरफारांचा मध्यमपर्ययकाल ३३१·३०६दिवस आहे हा तारा सुमारें१५दिवस २ऱ्या प्रतीचा असतो. पुढें त्याचें तेज कमी होत जातें आणि तीन महिन्यांनीं नुसत्या डोळ्यांना पूर्णपणें दिसेनासा होतो. तथापि मोठ्या दुर्बिणींतून ८·५ प्रतीचा दिसत असतो.

याप्रमाणें ५ महिने अदृश्य स्थितींत राहिल्यावर त्याचें तेज वाढूं लागतें आणि ३ महिन्यांनीं तो पूर्ववत् २ ऱ्या प्रतीचा दिसतो. या ताऱ्याची ज्या क्रमानें तेजोवृद्धि होतें त्याच क्रमानें तेजोहानि होत नाहीं. किंवा दर खेपेस तेजाची परमावधि सारखीच असेल असाही नियम नाहीं. पर्यय कालही सदा एकच असत नाहीं. कांहीं वर्षें तो मुळींच दिसत नाहीं असें ही घडतें. नाहींसा होण्याच्या सुमारास त्याचा रंग लालसर होतो. या ताऱ्याच्या परमौजस्वितेचा दिवस काढण्याची रीति व कोष्टकें पुढील प्रकरणांत दिली आहेत.

अनियतकालिक:—नकाशा ४ होरा ११ द. क्रा. ५८ अंश येथें असणाऱ्या नौकापुंजांतील (ई) **ईटा** ताऱ्याच्या चकाकीचा इतिहास फारच आश्चर्यकारक आहे. इ० स० १६७७ त तो ४ थ्या प्रतीचा दिसला. इ० स० १७५१ त **लाकेल** यानें तो दुसऱ्या प्रतीचा पाहिला. इ० स० १८११—१८१५ पर्यंत तो ४ थ्या प्रतीचा होता. इ० स० १८२२—१८२६ पर्यंत तो पुनः २ ऱ्या प्रतीचा होता. ता. १ फेब्रुवारी रोजीं तो **बर्चेल** याला १ ल्या प्रतीचा दिसला. नंतर तो पुनः २ ऱ्या प्रतीचा झाला. आणि इ० स० १८३७ पर्यंत तसाच राहिला. इ० स० १८३८ या वर्षी त्याचें तेज एकाएकीं वाढूं लागलें आणि **लुब्धक, अगस्त्य,** व **मित्र** याखेरीज इतर कोणत्याही १ ल्या प्रतीच्या ताऱ्यापेक्षां तो जास्त तेजस्वी झाला. तेथून पुनः त्याचें तेज कमी झालें. पण १ ल्या प्रतीपेक्षां तें कमी झालें नाहीं. इ. स. १८४८ च्या एप्रिल महिन्यांत त्याचें तेज लुब्धका-इतकें झालें. पण १८६३ च्या मे महिन्यांत तो ६ व्या प्रतीचा झाला व आजपर्यंत तो ६ व्या प्रतीचाच राहिला आहे. या ताऱ्याला अल्प कालिक ही म्हणतां येत नाहीं. दीर्घ कालिक ही म्हणतां येत नाहीं. तो कोणत्यावेळीं कोणत्या प्रतीचा दिसेल याचा कांहींच थांग लागत नाहीं. म्हणून हा एक **विलक्षण** तारा म्हणावयाचा.

रूपविकारी तारे आकाशगंगेजवळच फार आढळतात. आकाशगंगेपासून दूर गेल्याप्रमाणें त्यांची संख्या कमी होत जाते. रूपविकाराचें खरें कारण अद्यापि निश्चित झालें नाहीं. जे तारे आमच्या सूर्यासारखे प्रौढदशेस अद्याप पोंचलेले नाहींत त्यांच्याभोंवतीं शनीच्या वलयाप्रमाणें विरळ द्रव्याचे कांहीं ग्रह बनले असावे. कांहीं वलयें तुटून त्या तुटक्या स्थितींतच उल्कांच्या कळपाप्रमाणें तीं फिरत असावीं. यामुळें त्यांचे नूतन ग्रह त्यांच्याभोंवतीं फिरत असतां आमच्या

दृग्रेषेंत आल्यामुळें सूर्यग्रहणाप्रमाणें कांहीं वेळपर्यंत मुख्य ताऱ्यांची तेजोहानि होत असावी. अथवा त्या तुटक्या किंवा मेघासारख्या कमीजास्त घनतेच्या वलयाचे भाग मुख्य ताऱ्याभोंवतीं फिरत फिरत दृग्रेषेंत आल्यानें चंद्राच्या पुढून मेघ जात असतां मध्येंच लख्ख चांदणें पडतें. पुनः काळोख होऊं लागतो तोंच पुनः उजेड वाढूं लागतो. म्हणजे या रूपविकारी ताऱ्याचें नाटक अल्पप्रमाणानें आम्हांस चंद्राच्यासंबंधानें दृष्टीस पडतें असा अलीकडील विद्वानांचा तर्क आहे.

नवीन तारे.

नवीन तारे:— अशाप्रकारचे अवचित दिसणारे २५।३० तारे आजपर्यंत दिसल्याचें इतिहासावरून कळतें. इ. स. १५७२ च्या नवंबर महिन्याच्या ११ व्या तारखेस नकाशा ५ यांत शर्मिष्ठा पुंजाच्या क (काप्पा) ताऱ्याजवळ (होरा ०।२० उ. क्रा. ६३ अंश) एक तारा एकाएकी दिसूं लागला त्यावेळीं तो लुब्धकासारखा तेजस्वी दिसत होता. पुढें त्याची चकाकी वाढतां वाढतां तो गुरूपेक्षांही अधिक तेजस्वी झाला. तो भर दोनप्रहरीं दिसत असे. पण त्याच वर्षाच्या दिसेंबर महिन्यांत त्याची चकाकी कमी होऊं लागली. आणि इ. स. १५७४ च्या मार्च महिन्यांत तो मुळींच दिसेनासा झाला. इ. स. १९१२ च्या मार्च महिन्याच्या १३व्या तारखेस मिथून राशींत होरा ६।५० उ. क्रांति ३२ अंश या ठिकाणीं एक नवीन ४ थ्या प्रतीचा तारा दिसूं लागला. पुढें ८ महिन्यांनी तो नाहींसा झाला.

नवीन तारे आकाशगंगेजवळच उत्पन्न होतात. इतरत्र होत नाहींत ही ध्यानांत ठेवण्याजोगी गोष्ट आहे. हल्लीं चमकणाऱ्या ताऱ्यांशिवाय विझून गेलेले तारेही अदृश्यदशेंत असावेत. हे विझलेले तारे परस्परांवर आदळल्यामुळें अथवा त्यांच्या पृष्ठावर नवीन कवच तयार होत असतां एकाएकी अंतःस्फोट झाल्यामुळें नवीन ताऱ्यांचा प्रादुर्भाव होत असेल असा अलीकडील विद्वानांचा तर्क आहे.

उल्का.

आपण आकाशाकडे रात्रीं केव्हांही पहात असलों तरी अकस्मात् एकादा तारा आकाशांतून मोठ्या वेगानें खालीं पडत आहे असें दिसतें. अशा वेळीं

पुण्यपुरुषाचा आत्मा जन्म घेण्यासाठीं भूलोकावर येत आहे असें लोक मानितात*. खरें पाहिलें तर उल्का ह्या अनेक प्रकारचे धातु व द्रव्यें यांच्या बनलेल्या असतात असें त्यांच्या जमिनीवर पडलेल्या तुकड्याच्या पृथक्करणावरून सिद्ध होतें. उल्काचा वेग दर सेंकदांत वीस किंवा पंचवीस मैल असतो. या भयंकर वेगानें जेव्हां त्या आमच्या वातावरणांत शिरतात तेव्हां त्यांच्या हवेंतील घर्षणामुळें एवढी जाज्वल्य उष्णता उत्पन्न होते कीं, त्या थोड्याच सेंकदांत पेट घेऊन जळून खाक होतात.

उल्का लहान असेल तर अंधारांत आगकाडी ओढल्याचा भास होतो. साधारण मोठी असेल तर चंद्रज्योतीसारखा तिचा पांढरा किंवा नीळा उजेड पडतो. नंतर थोड्या वेळेनें सौम्य असा गडगडाट ऐकूं येतो. आणि ती ज्या मार्गानें गेली असेल त्या मार्गावर धुरासारखा पांढरा पट्टा दिसतो. हा पट्टा ढगाप्रमाणें हळूं हळूं विस्खलित होत होत अदृश्य होतो. उल्का जबर मोठी असेल तर ती पूर्णपणें जळून न जातां जमिनीजवळ स्फोट होऊन तिची लहान मोठीं शकलें जमिनीवर आदळतात. या चमत्काराला अशनिपात† म्हणतात.

अशनिः स्वनेन महता नृगजाश्वमृगाश्मवेश्मतरुपशुषु
निपतति विदारयंती धरातलं चक्रसंस्थाना ॥

—बृहत्संहिता

उल्का व सूर्याभोंवतीं फिरणारे धूमकेतु यांचा निकट संबंध आहे असें हल्लीं सिद्ध झालें आहे. धूमकेतु जसजसा सूर्याजवळ जातो तसतसे सूर्याच्या विद्युत्प्रतिसारणामुळें त्याच्या विरल द्रव्याचे फवारे उत्पन्न होऊन ते सूर्याच्या विरुद्ध दिशेस जोरानें फेकले जातात त्यांस त्यांचे शेपूट म्हणतात. याप्रमाणें

(*) दिवि भुक्तशुभफलानां पततां रूपाणि यानि तान्युल्काः ।
—बृहत्संहिता

† विजापुरांतील बोलींघुंमज (बोळघुमट) इमारतीच्या दरवाज्यावर लोखंडी शिंक्यामध्यें कांसवाच्या आकाराचा व काळसर रंगाचा जो दगड टांगलेला आहे व ज्याला बिजलीफत्तर म्हणतात तो एक अशनीचें शकल आहे. बादशहाला ती एक अजब चीज वाटल्यावरून त्यानें तें शकल लोकांनीं पहावें म्हणून उघड्या पण सुरक्षित जागीं ठेवण्याचा हुकुम केला असें म्हणतात.

दर प्रदक्षिणेस शेपटीच्या रूपानें त्यांच्या मागें उसळलेलें द्रव्य त्यांना परत मिळत नाहीं. या सतत क्षयामुळें धूमकेतु कांहीं काळांत नाहींसे होतात आणि त्यांच्या कक्षेंत त्यांच्या शेपट्यांचे विस्खलित अंश उल्का रूपानें भ्रमण करीत असतात. इ० स० १८२६ त **बीला** नांवाचा एक नवीन धूमकेतु प्रथम पहाण्यांत आला. त्याचा प्रदक्षिणाकाल सुमारें सहा वर्षें होता. याप्रमाणें तो सूर्याभोंवतीं फिरत असतां इ० स० १८४६ या वर्षी तो फुटून त्याचे दोन धूमकेतु झाले; हे जुळे धूमकेतु तेव्हांपासून जोडीनें फिरत फिरत नाहींसे झाले. पण तेव्हांपासून त्यांच्या मार्गानें फिरणाऱ्या उल्कांचा एक नवीन उद्गम उत्पन्न झाला.

याप्रमाणें नष्ट झालेल्या धूमकेतूच्या द्रव्याचे अनेक कळप होऊन ते एकामागून एक असे एकाच कक्षेंत नेहमीं फिरत असतात. या नष्ट धूमकेतूच्या कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेला जेथें छेदितात त्या ठिकाणाला उल्कोद्गम म्हणतात. दर वर्षी ज्या दिवशीं पृथ्वी या ठिकाणीं येते त्या दिवशीं तिच्यावर या उल्कांचा भडिमार होण्याचा संभव असतो. पण दर वर्षी हा भडिमार सारखाच होईल असा नियम नसतो. कारण सर्व कळप सारखेच दाट असत नाहींत. अथवा पृथ्वी दोन कळपांच्या मधून जाण्याचा संभव जास्त असतो. पण एकादे वर्षी कर्मधर्मसंयोगानें पृथ्वी एकाद्या दाट व मोठ्या कळपाच्या थेट मधून जाते तेव्हांचा तो भव्य देखावा पहाण्यासारखा असतो. आकाशांतून पृथ्वीवर लाखो बाण प्रतिक्षणीं सुटत आहेत असें दिसतें. जणूं काय एक मोठें दारूकामच सुटत आहे असा भास होतो. अशी एक वृष्टि आम्हीं **बागलकोट** येथें तारीख २७ नवंबर स. इ. १८८५ रोजीं पाहिली. त्या दिवशीं सायंकालपासून मध्यरात्रीपर्यंत प्रतिक्षणीं लक्षावधि बाण सुटत आहेत असें दिसत होतें.*

नकाशावर आम्हीं सुमारें ७ उल्कोद्गम दाखविले आहेत. त्यांमध्यें **आगस्ट** व **नवंबर** महिन्यांतील उल्कावृष्टि पाहण्याजोग्या असतात. त्या पाहण्याची वेळ अनुक्रमें रात्रीचे घंटे १० च्या व १ च्या पुढें असते. या वेळीं उद्गमस्थानाकडे पाहिल्यास उल्का दृष्टीस बहुशः पडतील. बहुशः म्हणण्याचें कारण सदर महिन्यांत या दक्षिण देशीं आकाश साभ्र असतें. उल्कावृष्टि चालू असतां कांहीं उल्कांच्या भराऱ्या लांबवर जातात व कांहींच्या फारच आंखूड असतात. ज्या प्रदेशांतून निघालेल्या उल्का दूर न जातां जेथल्या तेथेंच नाहींशा होतात तोच त्यांचा **उद्गम** समजावा.

---

* अंबरमध्याद्बव्ह्यो निपतंत्यो राजराष्ट्रनाशाय । —**बृहत्संहिता**

क्रांतितेज.

सूर्यास्तानंतर पश्चिमक्षितिजाकडे आणि सूर्योदयापूर्वी पूर्वक्षितिजाकडे पाहिलें तर क्रांतिवृत्तावरून गेलेला एक तांबूस मळकट तेजाचा पट्टा दिसतो. त्याला क्रांतितेज म्हणतात. हा सूर्याजवळ सुमारें ३० अंश रुंद असतो आणि उत्तरोत्तर अरुंद व निस्तेज होत गेला असतो. उष्ण कटिबंधांत तो ९० अंशांपेक्षांही जास्त लांब दिसतो. यावरून त्याचा आकार बहिर्गोलाकृति भिंगासारखा असावा. आणि तो भूकक्षेच्याही पलीकडे पसरलेला असला पाहिजे.

लाखोवर्षांपासून आजपर्यंत नष्ट झालेल्या धूमकेतूंचीं अवशिष्ट द्रव्यें धुर-ळ्याप्रमाणें सूर्याभोंवतीं फिरत असतांना त्यांच्यावर पडलेल्या सूर्यकिरणांचें परावर्तन होतें. त्यामुळें घरांत दिसणाऱ्या कवडशाच्या झोताप्रमाणें हा क्रांति-तेजाचा देखावा उत्पन्न होत असावा.

इतर ग्रहांच्या आकर्षणामुळें बुधकक्षेच्या नीचबिंदूला १०० वर्षांत जितकी गति असली पाहिजे असें गणितावरून निघतें तिजपेक्षां ती ४० विकला जास्त आहे. या जास्त गतीचें कारण त्याच्या कक्षेंतील क्रांतितेजोत्पादक द्रव्याचें आकर्षण असलें पाहिजे असें अलीकडील ज्योतिर्विदांचें मत आहे.

गेगेनूशाइन्.

क्रांतितेजाच्या जातीचा दुसरा एक चमत्कार **गेगेनूशाइन्** या जर्मन नांवानें युरोपांत प्रसिद्ध आहे. सूर्याच्या थेट समोर अत्यंत अंधुक व ५ पासून १० अंश व्यासाच्या लहानशा ढगासारखें जें तेज केव्हां केव्हां दृष्टीस पडतें त्याला **गेगेनूशाइन्** म्हणजे **प्रतिभा** असें म्हणतात. या चमत्काराचें खरें कारण अद्यापि पाश्चात्य ज्योतिर्विदांना समजलेलें नाहीं.

आम्हांस असें वाटतें कीं, पृथ्वीची छाया सुमारें नऊ लक्ष मैल लांब निमूळती होत गेलेली असते. तिच्यासमोर असणाऱ्या क्रांतितेजोत्पादक द्रव्याच्या दर्शना-पासून हा चमत्कार उत्पन्न होतो. बहिर्वर्ति ग्रहांचें परमदीप्तीचें स्थान भूच्छा-येकडे असतें तद्वत् या परमाणुगोल समुहांचें परमदीप्तीचें स्थानही तेंच आहे. आमचे मराठी **ग्रहगणिताचें** पान ६१ पाहिलें तर असें दिसतें कीं, मंगळाची चकाकी सूर्यापासून १८० अंशावर परम १०० असते. पण १७४ अंशावर ती ९० असते. म्हणजे चकाकी फार जलद कमी होत नाहीं. एकादेवेळीं हें तेज पूर्ण वाटोळें दिसतें व एकादेवेळीं दीर्घवर्तुळाकार दिसतें. तेव्हां त्याची लांबी २० पासून ३० अंश असते. हा चमत्कार दिसणें अगर न दिसणें हें मुख्यत्वें आकाशाची स्वच्छता व तेथील द्रव्याची घनता यांवर अवलंबून असतें.

ताऱ्यासंबंधीं गणित.

नित्योदयास्त.

—:o:—

मागें पृष्ठ ३२ येथें दिलेल्या ताऱ्यांच्या निजगतींचा विचार केला तर असें दिसून येईल कीं, निदान दोनतीनशें वर्षांच्या अवधींत ते स्थिर असतात असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. पण ग्रहांची गोष्ट अशी नाहीं. सबब त्यांचीं स्थानें ग्रहगणितांत सांगितलेल्या पद्धतीनें साधावीं लागतात. म्हणून ताऱ्यांच्या नित्यास्तोदयांची वेळ काढणें बरेंच सोपें काम आहे.

कोष्टक ३ यांत सुमारें २० ठळक ताऱ्यांचे इ. स. १९१५ सालचे **विषुवकाल** व **क्रांति** आणि त्यांच्या शत-वार्षिक गति हीं दिलीं आहेत त्यावरून इच्छिल्या वर्षाचीं त्यांचीं मानें आणावीं. इष्ट गांवाचे **अक्षांश** व **रेखांश** भूगोलीय नकाशावरून किंवा ग्रहगणितांतील यादींतून आणावे. नंतर पुढील कोष्टकावरून इष्ट गांवाचे **अक्षांश** व इष्ट ताऱ्याची क्रांति या उपकरणांनीं इष्ट ताऱ्याचें **दिनार्ध** आणावें.

नक्षत्राचें दिनार्ध.

उपकरणीं – गांवाचें उत्तर अक्षांश व नक्षत्रांची उत्तरक्रांति.

उत्तर अक्षांश.	ताऱ्याची अंशात्मक उत्तरक्रांति.						
	०	१०	२०	३०	४०	५०	६०
अंश.	ता. मि.	ता. मि.	ता. मि.	ता. मि.	ता. मि.	ता. मि.	ता. मि.
५	६ २	६ ६	६ ९	६ १४	६ २०	६ २७	६ ३९
१०	६ २	६ ९	६ १७	६ २६	६ ३७	६ ५२	७ १६
१५	६ २	६ १३	६ २५	६ ३८	६ ५५	७ १८	७ ५६
२०	६ २	६ १७	६ ३३	६ ५१	७ १४	७ ४७	८ ४२
२५	६ २	६ २१	६ ४२	७ ५	७ ३५	८ १९	९ ४४
३०	६ २	६ २६	६ ५१	७ २१	८ ०	९ ०	१२ ०
३५	६ २	६ ३१	७ २	७ ३९	८ ३०	९ ४३	—

टीप—ताऱ्याची क्रांति दक्षिण असेल तर ती उत्तर समजून या कोष्टकांतून दिनार्ध काढून तें १२ तास ४ मिनिटें यांतून वजा करावें आणि जी बाकी येईल तेवढेंच त्याचें दिनार्ध समजावें.

नंतर कोष्टक २ रकाना २ यांतून त्रैराशिकानें इष्ट तारखेच्या मध्यरात्रीचा **नाक्षत्र काल** आणावा. नंतर पुढील समीकरणावरून उदय, याम्योत्तरलंघन, आणि अस्त यांच्या वेळा आणाव्या.

ताराविषुवकाल − मध्यरात्रीचा नाक्षत्रकाल = याम्योत्तरलंघन काल.

याम्योत्तरलंघनकाल − दिनार्ध = उदयकाल.

याम्योत्तरलंघनकाल + दिनार्ध = अस्तकाल.

उदाहरण—तारीख १ ली दिसेंबर रोजीं ब्रह्महृदय आणि अगस्ती हे तारे पुणे येथें केव्हां उगवतील, याम्योत्तरवृत्तावर येतील व मावळतील तें काढावयाचें.

कोष्टक २ यांत २१ नवंबरला मध्यरात्रीचा नाक्षत्रकाल ४ तास आहे. पुढें तारीख १ ली पर्यंत ११ दिवस रहातात. नाक्षत्रकाल दररोज ४ मिनिटें वाढतो. म्हणून ता० १ दिसेंबर रोजीं ४ तास ४४ मिनिटें हा **नाक्षत्र**काल झाला.

कोष्टक ३ यांत ब्रह्महृदयताऱ्याचा विषुवकाल ५ तास १०·४ मिनिटें, आणि क्रांति उत्तर ४५ अं. ५४·८ क. असें आहे.

अगस्तीचा विषुवकाल ६ ता. २२.१ मि दक्षिणक्रांति ५२ अं. ३८. ९ क.

पुण्याचें अक्षांशउत्तर १८ अं. २९ क. व स्टँडर्ड रेखांतर + ३५ मि.

दिनार्धाच्या कोष्टकांतून पुण्याचे अक्षांश १८.५ आणि ब्रह्महृदयाची उत्तर क्रांति ४५.९ अंश या उपकरणांनीं दिनार्ध काढलें तर तें ७ ता. २८ मि. येतें. त्याचप्रमाणें अगस्तीची क्रांति ५२.६ अंश आणि पुण्याचे अक्षांश १८.५, यावरून दिनार्ध ७ ता. ५२ मि. येतें. परंतु अगस्तीची क्रांति दक्षिण आहे म्हणून हें दिनार्ध १२ ता. ४ मि. यांत वजा करून ४ ता. १२ मि. हें अगस्तीचें दिनार्ध झालें. आतां पूर्वोक्त समीकरणांत वरील किमती मांड.

	ता.	मि.
ब्रह्महृदयाचा विषुवकाल	५	१०
मध्यरात्रीं नाक्षत्रकाल	४	४४
ब्रह्महृदय याम्योत्तरवृत्तावर येण्याची वेळ	२४	२६

	ता.	मि.
उगवण्याची वेळ = (२४..२६..०) – (७..२८) =	१८	५८
मावळण्याची वेळ = (२४..२६) + (७.. २८) =	७	५४

	ता.	मि.
अगस्तीचा विषुवकाल..	६	७७
मध्यरात्रीं नाक्षत्रकाल..	४	४४
अगस्ती याम्योतरवृत्तावर येण्याची वेळ....................	१	३८

	ता.	मि.
उगवण्याची वेळ = (१..३८) – (४..१२) =	२१	२६
मावळण्याची वेळ = (१..३८) + (४..१२) =	५	५०

टीप—वर जे अस्तोदयाचे काल आणिले आहेत ते पुण्याच्या स्थानिक मध्यमकालमानाचे आहेत. त्या प्रत्येकांत पुण्याचीं स्टँडर्ड रेखांतर मिनिटें+३५ मिळविलीं म्हणजे रेलवेटाइममानाचे काल येतील. **उदा०** वर ब्रह्महृदयाच्या उगवण्याच्या वेळेंत ३५ मिनिटें मिळवून येणारी वेळ १९ ता. ३३ मि. ही रेलवे टाईम झाली.

२ ऱ्या कोष्टकावरून येणाऱ्या नाक्षत्रकालांत खऱ्या नाक्षत्रकालापेक्षां प्रसंग-विशेषीं दोन चार मिनिटांची कसर असू शकेल. कारण लीपवर्षांत ३६६ दिवस असतात त्यामुळें पडणाऱ्या तफावतीची आम्हीं उपेक्षा केली आहे.

वर ताऱ्यांचा याम्योत्तरवृत्तावर येण्याचा जो अवधि आला आहे तो नाक्षत्र आहे. त्याला सावन करण्यासाठीं दर तासाला दहा सेकंदप्रमाणें त्याचें मान कमी केलें पाहिजे. या गोष्टीचीही आम्हीं उपेक्षा केली आहे. इष्ट वाटेल त्यांनीं हा संस्कार करावा.

अल्गोल ताऱ्याची तेजोहानीची वेळ.

(इ. स. १९१५, विषुवकाल ३ ता. २.६ मि.
क्रांति + ४० अं. ३७. ७ क.)

इच्छिल्या इ० स० च्या वर्षांतून १९०१ वजा करून बाकी राहिलेल्या वर्षांची गति कोष्टक ४ यांतून काढून ती त्याच्याच शिरोभागीं दिलेल्या क्षेपक दिनसंख्येंत मिळवावी. म्हणजे इच्छिल्या वर्षाच्या आरंभींचा क्षेपक होतो. यांत वर्षारंभापासून इष्ट तारखेपर्यंत जाणाऱ्या दिवसांची गति मिळवावी. आलेल्या बेरजेस गतीच्या शेवटीं दिलेल्या भाजकानें भागून बाकी मात्र घ्यावी. ही बाकी पुनः भाजकांतून वजा करावी. जी बाकी राहील ती इष्ट तारखेच्या आरंभापासून (मध्यरात्रीपासून) परमतेजोहानि दिसण्याची सुमाराची दिनात्मक वेळ होते.

पूर्ण दिवसापुढील दशांश अपूर्णांकाची अवर व मिनिटें करावीं. नंतर या दिवस–तास–मिनिटांतून इ. स. १९०१ पासून इष्ट दिवसापर्यंत गेलेल्या वर्षसंख्येस २.१ मिनिटांनीं गुणून येणारीं मिनिटें वजा करावीं. राहिलेल्या बाकीला इंग्रजी महिन्यावरून येणारा किरणपुरःसरण (Aberration) संस्कार करावा म्हणजे अल्गोल ताऱ्याच्या परमतेजोहानीची स्टँडर्डटाइममानाची वेळ येईल. घड्याळ पूर्वी स्टँडर्डमानाप्रमाणें लाऊन जिज्ञासु वाचकांनीं या चमत्काराची परीक्षा करावी.

तेजोहानि दर २.८६७३ दिवसांनीं नियमितपणें घडत असतात. पण सूर्य व अल्गोलतारा असे उभयतां क्षितिजावर किंवा क्षितिजाखालीं असतांना घडणाऱ्या तेजोहानि पहातां येत नाहींत किंवा दिसत नाहींत म्हणून त्या त्याज्य होत. म्हणून कोणत्या महिन्यांत रात्रीं किती घंट्यापासून किती घंट्यापर्यंत अल्गोल तारा असतो हें प्रथम कळलें पाहिजे. ही माहिती ४ थ्या कोष्टकाच्या अधोभागीं दिली आहे.

या माहितीवरून असें दिसतें कीं, मार्चपासून जूनअखेरपर्यंत या मर्यादा फारच कोत्या आहेत. जुलै, आगस्त महिन्यांत उत्तररात्रीं मात्र तेजोहानि दिसेल म्हणून हा चमत्कार पहाण्याचे सोईवार महिने म्हणजे सप्टंबरपासून फेब्रुवारी-

पर्यंत आहेत. इच्छिल्या महिन्याच्या इच्छिल्या तारखेचें गणित करून आलेली वेळ इच्छिल्या महिन्याच्या मर्यादेच्या बाहेर जाईल तर त्या तारखेंत व वेळेंत अनुक्रमें ३ दिवस व – ३ तास ११ मि. किंवा यांची कांहीं पट मिळवून किंवा वजाकरून तेजोहानीची वेळ इच्छिल्या महिन्याच्या मर्यादांमध्ये पडेल असें करावें.

उदाहरण—इ. स. १९१३ फेब्रुवारी ता. २ या दिवशीं घडणाऱ्या अल्गोल ताऱ्याच्या परमतेजोहानीचा समय काढणें.

			दिवस
कोष्टक ४ क्षेपक		१९०१ जानेवारी तारीख० ...	१·५०८५
सदर ...	...	१२ वर्षांची गति	१·७७०३
बेरीज ...	...	१९१३ जानेवारी तारीख० ...	३·२७८८
कोष्टक ४ गति	...	३० दिवसाची	१·३२७९
सदर ...	...	३ दिवसाची	०·१३२७
बेरीज ...	...	१९१३ फेब्रुवारी तारीख २ ...	४·७१९४

४·७१९४ याला २·८६७३ या भाजकानें भागून बाकी ...	१·८५२१
भाजक	२·८६७३
वजाबाकी मध्यम तेजोहानीचा समय	१·०१५२

	ता.	मि.
दिवस १·०१५२ = ...	२४	२२
१९१३ – १९०१ = १२; ... १२ × – २·१ मि. –	०	२५
प्रकाशगति संस्कार ... ... –	०	२
परमतेजोहानि दिसण्याची स्टँडर्ड टाइम तारीख २ फेब्रु. ...	२३	५५

वरील गणितावरून असें कळतें कीं, ता. २ फेब्रुवारी इ० स. १९१३ या दिवशीं स्टँडर्डटाइमप्रमाणें २३ अवर ५५ मिनिटें यावेळीं अल्गोल तारा फार निस्तेज दिसत होता.

फेब्रुवारी महिन्यांत तेजोहानी दिसण्याच्या कालाची मर्यादा १८ घंट्या-पासून २४ घंट्यापर्यंत म्हणजे सायंकालापासून मध्यरात्रीपर्यंत आहे. २.८६७३ दिवस म्हणजे तीन दिवसांपेक्षां ३ तास ११ मिनिटें कमी अर्थात् आजच्या तेजोहानीनंतर ३ दिवसांनीं दिसणारी तेजोहानि आजच्या वेळेच्या-पूर्वी ३ तास ११ मि. अगोदर दिसते. म्हणून एकवार वर सांगितल्या रीतीनें तेजोहानीची वेळ काढल्यावर तिच्या पुढील किंवा मागील तेजोहानीची वेळ केवळ ३ तास ११ मि. वजाकरून किंवा मिळवून काढतां येते. श्रम मुळींच पडत नाहींत. फक्त प्रकाशगतींत पडणारा फरक हिशेबांत घेतला म्हणजे झालें. किंवा त्याची उपेक्षां केली तरी चालतें. याप्रमाणें येणारी तेजोहानीची वेळ त्या त्या महिन्याच्या ठरीव मर्यादेच्या आंत आहे किंवा नाहीं येवढ्या गोष्टी-कडे लक्ष्य असलें म्हणजे झालें.

उदाहरण

		तास	मि.
ता. २ फेब्रुवारी रोजीं तेजोहानीची वेळ.........		२३	५५
	३	−३	११
ता. ५ फेब्रुवारी रोजीं तेजोहानीची वेळ		२०	४४
	३	−३	११
ता. ८ फेब्रुवारी रोजीं तेजोहानीची वेळ		१७	३३.

यानंतर तारीख ११ फेब्रुवारीला घडणारी तेजोहानी १४ तास २२ मिनि-टांनीं घडेल. पण यावेळीं दिवस असतो म्हणून ती दिसणें अशक्य आहे म्हणून आपण येथेंच थांबलें पाहिजे.

आतां पुढें मार्च महिन्याची उत्तरमर्यादा २२ तास आहे. तेव्हां मार्च महि-न्यांतील तेजोहानी दिसणें शक्य होण्याला ८ फेब्रुवारीची वेळ (१७—२२)=१९ तास मागें हटली पाहिजे. तीन तास मागें हटण्यास तीन दिवस लागतात तर १९ तास मागें हटण्यास सुमारें १८ दिवस किंवा ६ फेरे लागतील. अशा प्रसंगीं प्रकाशगतिसंस्कारविरहित तेजोहानिसमय घेणें बरें. प्रकाशगति संस्कार नंतर द्यावा.

		अ.	मि.
उदाहरण—			
ता. ८	फेब्रुवारी तेजोहानीची वेळ ...	१७	३५
१८	(—३ता. ११ मि) × ६ =	—१९	६
ता. २६	फेब्रुवारी	२२	२९
३	... ...	— ३	११
ता. १	मार्च १९१३ रोजीं तेजोहानिसमय	१९	१८

मार्च महिन्याच्या १ ल्या तारखेला प्रकाशगतिसंस्कार + २ मिनिटें आहे म्हणून तो मिळविला तर १९ ता.२० मि. ही तेजोहानीची स्टँडर्ड वेळ होते.

मिरा ताऱ्याच्या परम चकाकीचा दिवस.

(इ० स० १९०० , विषुवकाल २ ता. १४.३ मि., क्रांति—३अं २६क.)

ज्या वर्षांतील चकाकीचा दिवस काढणें असेल त्या इ० स० वर्षांतून १९०१ वजा करून बाकी राहिलेल्या वर्षांची गति ५ व्या कोष्टकांतून काढून ती त्याच कोष्टकाच्या शिरोभागीं दिलेल्या क्षेपकांत मिळवावी. ही बेरीज भाजकापेक्षां जास्त असेल तर तिला भाजकानें भागून बाकी मात्र घ्यावी. कमी असेल तर तीच बाकी समजावी. मग ही बाकी पुन: भाजकांतून वजा करावी. म्हणजे इच्छिल्या वर्षाच्या जानेवारीच्या ० तारखेनंतर बाकी राहिलेल्या दिवसांच्या सुमारास **मिरा** ताऱ्याची परम चकाकी दिसेल.

इच्छिल्या इ. स. वर्षास उपकरण मानून ५ व्या कोष्टकाच्या खालच्या भागांतून निरनिराळे चार संस्कार काढून त्यांचा वर आणलेल्या सुमाराच्या दिवसास संस्कार करावा म्हणजे परम चाकचक्याचा निज दिवस निघेल.

इच्छिलें वर्ष एकाद्या संस्कारकोष्टकाच्या उपकरणांत नसेल तर त्या कोष्टकाच्या माथ्यावर दिलेलीं चक्रवर्षें किंवा त्या चक्रवर्षांची कांहीं पट (जरूर पडेल तर) इच्छिल्या वर्षांत मिळवून किंवा वजा करून येणारें वर्ष संस्कार कोष्टकांत पडेल असें करावें. नंतर त्याच्यापुढें जो संस्कार असेल तो घ्यावा. संस्कार दिवसाची धनर्णता उपकरणावरील चिन्हावरून समजावी.

उदाहरण—इ० स० १९१० या वर्षी **मीरा** तारा कोणत्या दिवशीं परम-तेजस्वी दिसेल तो दिवस काढावयाचा आहे.

				दिवस.
कोष्टक ५,	क्षेपक १९०१	जानेवारी ० तारखेनंतर	...	१४१·५
,,	गति	८ वर्षांची ...	...	२६८·४
,,	गति	१ वर्षाची ...	...	३३·३
बेरीज		१९१० जानेवारी ० तारखेनंतर	...	४४३·२
४४३·२ यांना भाजक ३३१·७ यांनीं भागून बाकी			...	१११·५
भाजक	...	... ...	...	३३१·७
भाजकांतून बाकी वजाकरून आले सुमाराचे			...	२२०·२
कोष्टक ५ उपकरण इ० स० १९१०		१ ला. संस्कार		− ३. ०
,, ,, ,, ,,		२ रा	,,	+ ३. ४
,, ,, ,, ,,		३ रा	,,	+ ४. ०
,, ,, ,, ,,		४ था	,,	− २. ०
इ०स० १९१० जानेवारी ता० पासून पुढें परमदीप्तीचे				२१५·६

२१५·६ दिवस म्हणजे आगस्त महिन्याची ३ री तारीख.

आकाश व पंचांग यांचा संबंध.

येथपर्यंत ताऱ्यांची ओळख, त्यांच्याविषयीं विशेष माहिती, सोपें व उपयोगी गणितें याविषयांचें विवेचन झालें. आतां आकाश व पंचांग यांचा परस्परांशीं कसा संबंध असतो तो दाखविला पाहिजे. आमच्या भारतीय निरयण पद्धतीचे आकाशाचे नकाशे तयार करण्याची स्फूर्ति आजपर्यंत कोणासही न झाल्यामुळें **ग्रहलाघवादि** प्राचीन ग्रंथाधारें वर्तविलेल्या पंचांगांतील ग्रहांच्या स्थानांत व आकाशांत प्रत्यक्ष दिसणाऱ्या त्यांच्या स्थानांत समयविशेषीं किती अंतर दिसतें

ही गोष्ट जिज्ञासु व सुजाण अशा लोकांच्या दृष्टोत्पत्तीस आणून देण्याचें नकाशा-सारखें ढोबळ साधन देखील आमच्या देशांत नव्हतें. ही उणीव भरून काढावी या मुख्य उद्देशानें आम्हीं हें पुस्तक रचिलें आहे. वेधशाळेपासून होणारी खात्री या नकाशावरून होईल अशी गोष्ट नाहीं. तथापि दुधाची तहान ताकानें भागविणें कांहीं वावगें नव्हे.

केतकीपंचांग.

आम्हीं ज्योतिर्गणित, केतकी ग्रहगणित आणि वैजयंती हे तीन संस्कृतग्रंथ केल्यावर त्याच्या पद्धतीचें पंचांग काढिलें तरच त्या ग्रंथांची सार्थकता समजली जाईल असा आमच्या मित्रमंडळीचा अभिप्राय पडल्यामुळें वरील नांवाचें पंचांग आम्ही शकवर्ष १८२१ पासून काढीत आहों. गेल्या दहावर्षांपासून याचें संपादकत्व वे. शा. सं. गंगाधर आत्मारामशास्त्री माईणकर आणि मंडळी. मु० खारेपाटण यांचेकडे आहे. गेल्या १६ वर्षांच्या अनुभवावरून त्याच्या दृक्प्रतीतीविषयीं सर्वत्र खात्री झाली आहे. तथापि नुसत्या ग्रहणांच्या किंवा गुरुशुक्रांच्या अस्तोदयांच्या मेळावरून पंचांगाची परिक्षा करणें बरोबर नव्हे. त्यांतील ग्रहस्थितींचीही परीक्षा झाली पाहिजे. हें काम कसें करावयाचें तें आतां सांगतों.

केतकीपंचांगांत उजवेकडील वरच्या कोपऱ्यांत दर पौर्णिमेस व अमावास्येस उज्जयिनीच्या (किंवा बागलकोटच्या) प्रातःकालची ग्रहस्थिति दिलेली असते. प्रत्येक ग्रहाच्या नांवाखालीं त्याच्या भोगाचे राशि, अंश, कला, व विकला असे चार अंक दिले असतात. त्यांच्याखालीं त्याच्या दिनगतीच्या कला व विकला दिल्या असतात आणि त्यांच्याखालीं त्याच्या शराचें अंश व कला दिल्या असतात.

दिनगतिदर्शक अंकाजवळ '**व**' हें अक्षर असेल तर ग्रह **वक्री** म्हणजे मागें जात आहे असें समजावें. एरवीं तो पुढेंच जात असतो असें समजावें. शराच्या अंकाखालीं 'उ' हें अक्षर असेल तर शर उत्तर आहे व 'द' हें अक्षर असेल तर शर दक्षिण आहे असें समजावें. शराखालील आडव्या रकान्यांत अयनांश दिले असतात. अयनांश म्हणजे काय तें नकाशे ३ व १ यांत पाहिलें असतां समजेल.

दर पौर्णिमेस व अमावास्येस रात्रीं पंचांगाच्या ग्रहस्थितीची परीक्षा करणें बरें.

४

यासाठीं प्रातःकालच्या भोगांत अर्धी दिनगति मिळवून सायंकालचे ग्रहभोग तयार करावे अथवा प्रातःकालची ग्रहस्थिति सूर्योदयापूर्वी पहावी.

कोणत्याही गांवाचे अक्षांश व रेखांश सांगितले तर त्यावरून नकाशावर तें गांव कसें शोधून काढावें तें सरकारी शाळांतील ७ व्या इयत्तेतील विद्यार्थ्यांना बहुशः शिकविलें असतें. म्हणून तेंच येथें पुनः सांगण्याची जरूरी नाहीं. भोग म्हणजे रेखांश व शर म्हणजे अक्षांश असें कल्पून नकाशे ३, २, १ यावर इच्छिल्या ग्रहाचीं स्थानें पुढें सांगितल्याप्रमाणें ठरवावीं आणि त्याप्रमाणें आकाशांत ग्रह आपापल्या जागीं हजर आहेत किंवा नाहींत तें बारकाईनें पहावें म्हणजे पंचांग कितपत शुद्ध आहे तें कळेल.

भूगोलावरील खंडांच्या नकाशांत रेखांश वर व खालीं मांडले असतात व अक्षांश डावेकडे व उजवेकडे मांडले असतात. पण नकाशे ३, २, १, यांवर भोग व शर कांहीं निराळ्या तऱ्हेनें मांडले आहेत. म्हणजे क्रांतिवृत्तावर ज्या लहानमोठ्या राशिनक्षत्रविभागदर्शक लंब रेषा आहेत त्यांच्या खालच्या टोकाजवळ भोगाचे अंश मांडले आहेत. नक्षत्रविभागासंबंधीं भोगाचे अंश पूर्ण करण्यासाठीं २० कलांची धरसोड केली आहे. क्रांतिवृत्तावरील कोणत्याही नक्षत्रविभागाची लांबी १३ अंश मानून त्या विभागाएवढी रेषा निराळ्या कागदावर काढून तिचे समान १३ भाग पाडावे म्हणजे अंशदर्शक स्केल तयार होईल.

हें अंशाचें स्केल पोष्टकार्डासारख्या जाड कार्डाचा काटकोनबिंदु शून्य कल्पून तेथून काटकोनाच्या दोनही बाजूवर आणि कार्डाच्या दोनही अंगावर तयार करावें. मग इच्छिल्या ग्रहांच्या भोगापेक्षां ज्या रेघेवरील भोग १३ अंशांपेक्षां कमी असेल त्या रेघेपुढें कमी असलेल्या अंशाची स्केलावरील रेघ जोडून क्रांतिवृत्ताच्या रेघेला स्केलाची एक बाजू जुळवावी आणि काटकोनाच्या दुसऱ्या बाजूवर शरांशाइतक्या अंतरावर ग्रहाचें स्थान आहे असें समजावें. कार्डाचें एक अंग दक्षिण शर मोजण्याला व दुसरें अंग उत्तरशर मोजण्याला उपयोगीं पडतें.

केतकीपंचांगांत चंद्राचे भोग व शर पंधरवड्याच्या ग्रहाबरोबर दिलेले नसतात. याचें कारण असें आहे कीं, इतर ग्रहांची गति अल्प असल्यामुळें पुढील दहा बारा दिवसाचे भोग त्रैराशिकानें आणण्याच्या कामीं तिचा उपयोग करितां येतो. पण चंद्राची गति प्रतिक्षणीं बदलणारी असल्यामुळें या कामीं तिचा उप-

योग करितां येत नाहीं. तिचें रोजचें मान निरनिराळें असतें. म्हणून चंद्राचे भोग व शर चंद्राच्या दिननक्षत्राच्या वेळेवरून आणणें बरें. इष्ट दिवशीं पंचांगांत जें दिननक्षत्र असेल त्याच्या संख्येनें १३·३३३३ अंशांस गुणावें म्हणजे दिननक्षत्र-समाप्तिकालीन चंद्राचा अंशादि भोग सिद्ध होतो. या भोगांतून त्या वेळचा राहूचा भोग वजा करावा. जी बाकी येईल तिला उपकरण समजून केतकीच्या ८२ पानावरील शेवटच्या रकान्यांतून चंद्राचा शर आणावा. इतकें गणित करण्याचा कंटाळा वाटेल व दिननक्षत्रसमाप्तिकाल रात्रीं असेल तर त्या वेळेच्या घटिकापळां-वरून स्टँडर्ड टाईम आणावी. मग घड्याळांत ती वेळ होतांच नकाशांतील त्या दिननक्षत्राच्या रेषेवर चंद्र हजर असलेला दिसेल. नकाशे ३, २, १ पाहिले तर रेवती, अश्विनी, भरणी, आश्लेषा, मघा, पूर्वा, उत्तरा, हस्त, स्वाती, अनुराधा; मूळ या नक्षत्रांच्या समाप्तिस्थानीय रेषेवर ३ ऱ्या किंवा ४ थ्या प्रतीचे तारे आहेत असें दिसेल. म्हणून या नक्षत्रांच्या समाप्तिकालाची परीक्षा करणें सोपें आहे. यामध्यें उत्तरा, विशाखा, अनुराधा, व मूळ यांच्या रेषेवर बरेच उजळ तारे आहेत. **अनुराधा** नक्षत्रसमाप्तिस्थानीं **ज्येष्ठा** हा पहिल्या प्रतीचा ठळक तारा आहे म्हणून अनुराधा दिननक्षत्राची वेळ तपासून पाहणें सर्वांत श्रेष्ठ पक्ष आहे. लंबनामुळें २।३ घटिकांचें अंतर केव्हां केव्हां पडूं शकतें. परंतु जेव्हां ग्रहलाघवी पंचांगांतील व केतकीपंचांगांतील नक्षत्रसमाप्तिकालांत १२।१५ घटिकांचें अंतर पडलें असतें अशा वेळीं पंचांगांची परीक्षा करितांना लंबनमूलक अंतराची उपेक्षा करण्यास हरकत नाहीं. वरील मजकुराच्या स्पष्टीकरणार्थ एक उदाहरण करून दाखवितों.

उदाहरण—शके १८३५ चैत्र कृष्ण ३ या, बुधवार, तारीख २३ एप्रिल सन १९१३इसवी रोजीं प्रातःकालीं आकाशांत ग्रह कोठें दिसतील तें पहाण्या-साठीं गणित करावयाचें (केतकी पंचांग पहा.)

चंद्राचा भोग—इष्ट दिवशीं सतराव्वें अनुराधा नक्षत्र ३८ घटिका ४१ पळें यावेळीं संपतें. १३.३३३° × १७ = २२६.६६१° म्हणजे ७ रा. १६ अं. ४०क. हा त्यावेळेचा भोग होता.

चंद्राचा शर- चंद्र २२६.७° – राहु ३३९.३° = उपकरण २८७.४° यापासून केतकींतून चंद्राचा शर—२९३ कला म्हणजे ४ अं. ५३ क. दक्षिण-कडे होता.

मागील उदाहरणाचा न्यास.

	शके १८३५ चैत्र शुक्ल १५.							शके १८३५ चैत्र कृष्ण ३.				
ग्रह.	भोग.			दिनगति		त्रिदिन गति.		भोग.			शर.	
	रा.	अं.	क.	अं.	क.	अं.	क.	रा.	अं.	क.	अं.	क.
सूर्य	०	६	४३	०	५८	२	५४	०	९	३७	०	०
मंगळ	१०	२३	२०	०	४६	२	१८	१०	२५	४७	द. १	२०
बुध	११	१०	२१	०	३७	१	५१	११	१२	१२	द. २	१७
गुरु.	८	२४	१९	०	३	०	९	८	२४	२८	उ. ०	४
शुक्र.	०	१४	४४	−०	३६	−१	४८	०	१२	५६	उ. ५	४९
शनि.	१	९	५७	व.	७	०	२१	१	१०	१८	द. १	४०
राहु.	११	९	१९	−०	३	−०	९	११	९	१०	०	०

ताऱ्यांच्या वेधावरून कालज्ञान.

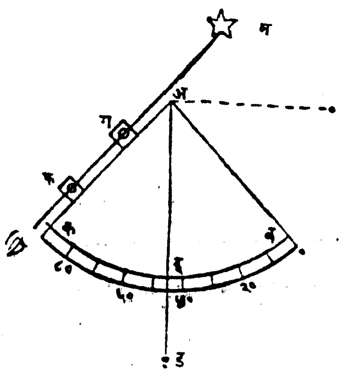
वेधशाळेंत याम्योत्तर वृत्ताच्या पातळींत फिरणारी एक दुर्बीण, एक **नाक्षत्र**कालदर्शक घड्याळ व एक **मध्यम**कालदर्शक घड्याळ हीं असतात. नकाशा ३ यांतील विषुवसंपात वेधशाळेच्या याम्योत्तरेवर येतांच नाक्षत्र घड्याळांत ० तास ० मि. ० से. इतका काल होईल अशा बेतानें तें चालविलें असतें. अर्थात् कोष्टक ३ यांतील एकादा तारा याम्योत्तरेवर आल्याक्षणीं **नाक्षत्र** घड्याळांत त्या ताऱ्याच्या विषुवकालाइतकी वेळ झाली असली पाहिजे. तितकी वेळ झाली नसेल तर जितक्या सेकंदांची तफावत पडली असेल तितकी घड्याळाची चुकी (Clock Error) म्हणतात. या कामासाठीं पाश्चात्यांच्या पंचांगांत सुमारें शंभर निवडक ताऱ्यांचे रोजचे विषुवकाल व क्रांति यांचीं मानें दिलेलीं असतात. त्यापैकीं इष्ट दिवशीं रात्रीं दिसणाऱ्या ताऱ्यांच्या याम्योत्तरलंघनावरून पांचसहा वेळां घड्याळांतील वेळ तपासतात.

मग या शुद्ध केलेल्या नाक्षत्रकालांतून तात्कालिक मध्यमसूर्याचा विषुवकाल वजा करितात म्हणजे **मध्यम**काल येतो. या रीतीनें मध्यमकालमानाच्या घड्याळांतील वेळेची तपासणी करितात. हें काम हल्लीं **मद्रास** एथील सरकारी वेधशाळेंत नित्य चाललें असतें व तेथूनच सर्व रेलवे स्टेशनांस वेधसिद्ध मध्यमकाल तारेनें कळविला जातो.

पण वेधशाला नसलेल्या गांवीं हें काम ताऱ्यांच्या उन्नतांशावरून करितां येतें. इच्छिल्या वेळीं उन्नतांश ठरविण्याचें सुलभ साधन म्हटलें म्हणजे **तुरीययंत्र** (Quadrant) हें आहे. हें थोड्याशा खटपटीनें तयार करितां येतें.

तुरीययंत्र.

या आकृतींत **अ क ब** ही एक लांकडी फळी आहे. इचा **क अ ब** कोन काटकोन आहे. **ब क** या वर्तुलपादाचे ९० समान अंश पाडले आहेत. **अ क** बाजूवर **फ** व **ग** या दोन पट्या उभ्या बसविल्या असून त्यांच्यामधील छिद्रांतून जाणारी रेषा **अ क** बाजूला समांतर होईल अशा त्या बसविल्या आहेत.



ज्या ताऱ्याचे **उन्नतांश** (म्हणजे क्षितिजापासून खमध्याकडे उभें कंसाकार अंतर) आणावयाचें असेल तो **न** तारा **क** या पहाणाऱ्याला **फ** व **ग** या छिद्रांतून दिसेल व त्याचवेळीं फळीची बाजू **अइड** या ओळंब्याच्या दोरीला **इ** परिघापर्यंत लागेल अशा प्रकारें **अबक** ही फळी धरून **बइ** कंसांतील अंश मोजावे. तेच **उन्नतांश** होतात. कारण **अड** ओळंब्याचा रोंख भूमध्याकडे आहे. ड अ ह् कोन काटकोन केला आहे म्हणून **अह्** रेषा क्षितिजसमांतर आहे. अर्थात् **ह्अन** कोन = उन्नतांश = **बअइ** कोन = **बइ** कंस हें उघड दिसतें.

याप्रमाणें तुरीय यंत्रानें इष्ट ताऱ्याचे उन्नतांश आणून **कोष्टक ३** यांतून त्याची **क्रांति** घ्यावी आणि वेधस्थलाचे **अक्षांश** आमच्या ग्रहगणिताचें

परिशिष्ट २ किंवा नकाशे यांतून काढावे. नंतर उन्नतांश, अक्षांश व क्रांति यांच्या भुजज्या, कोटिज्या **कोष्टक** ७ यांतून आणून त्या पुढील समीकरण (१) यांत मांडून उन्नतकालांशाची भुजज्या (किंवा ज्या) *आणून तिजवरून सदर ७ व्या कोष्टकांतून उलट रीतीनें **उन्नतकालांश** काढावे.

यारीतीनें काढलेले उन्नतकालांश ९० अंशांतून वजाकरून बाकी राहतील त्या अंशांना १५ नीं भागावें म्हणजे तासमिनिटात्मक **नतकाल** येतो; तो समीकरण (२) यांत मांडून तें सोडवावें म्हणजे वेधकालीन **मध्यमकाल** निघतो. समीकरण (३) याच्या मदतीनें स्टँडर्ड टाइम समजते.

उन्नतांशभुजज्या आणि अक्षांशज्या (**भरतखंडांत**) नेहमीं धन असतात. क्रांतिज्या क्रांतिप्रमाणें धन किंवा ऋण असते. वेधकालीं तारा पूर्वकपालीं असेल तर नतकाल **ऋण** समजावा, आणि पश्चिमकपालीं असेल तर तो **धन** समजावा.

जर उ = उन्नतकालांशज्या मानिली तर,

$$(१)\ उ = \frac{(\text{उन्नतांशज्या} \times १०००^{२}) - (\text{क्रांतिज्या} \times \text{अक्षज्या} \times १०००)}{\text{क्रांतिकोटिज्या} \times \text{अक्षांशकोटिज्या}}$$

(२) मध्यमकाल = तासविषुवांश − मध्यरात्रींनाक्षत्रकाल + नतकाल.

(३) स्टॅंडर्डटाइम = मध्यमकाल + उज्जयिनीपासून रेखांतर + २७मिनिटें.

उदाहरणः—**पुणें** येथें ता. १ दिसेंबर इ. स. १९१५ रोजीं ब्रह्महृदय तारा पूर्व कपालांत असतेवेळीं तुरीय यंत्रानें त्याचे उन्नतांश मोजले. ते बरोबर ४० अंश भरले. तर त्यावेळीं मध्यमकाल किती झाला होता तें काढ.

कोष्टक ३ रें व ७ वें यांतून वर सांगितलेली मानें येतात तीं:—

	अं.	क.	भुजज्या	कोटिज्या
ब्रह्महृदयाची क्रांति	+ ४५	५५	+ ७१८	+ ६९६
पुण्याचें अक्षांश	+ १८	२९	+ ३१७	+ ९४८
ब्रह्महृदयाचे उन्नतांश	+ ४०	०	+ ६४३	+ ७६६

या किंमती समीकरण (१) यांत यथास्थानीं मांडून तें सोडवून उन्नतकालांशज्या ६३० येते. इचा कंस उन्नतकालांश ३९ अं. ३ क. येतो.

* येथें ज्या व भुजज्या हे शब्द समानार्थक समजावें.

$$\frac{(६४३००००००)-(७१८ \times ३१७ \times १०००)}{६९६ \times ९४८} = ६३० = \text{उन्नतकालांशज्या}$$

(९०° ०क) - (३९° ३क) = (५०° ५७क) हे नतकालांश झाले.

५०° ५७क यांना पंधरांनीं भागून नतकाल ३ तास २३ मिनिटें येतो. वेधसमयीं ब्रह्महृदय पूर्वकपालीं आहे. म्हणून. हा नतकाल ऋण आहे.

	ता.	मि.
ब्रह्महृदयाचा विषुवकाल, कोष्टक ३	५	१०
मध्यरात्रीं नाक्षत्रकाल	−४	४४
वेधसमयीं नतकाल	−३	२३
वेधसमयीं पुणें येथें मध्यमकाल.	२१	३
पुण्याचें उज्जयिनीपासून रेखांतर ८ मि. + २७ मि. = +	०	३५
वेधकालीं स्टॅंडर्ड टाइम...	२१	३८

विषुवसंपाताच्या विलोम गतीचे परिणाम.

सूर्य, चंद्र व ग्रह यांच्या आकर्षणामुळें विषुवसंपात क्रांतिवृत्ताशीं सुमारें २४ अंशाचा कोन राखून एकाद्या ग्रहाप्रमाणें क्रांतिवृत्तावर विलोमगतीनें म्हणजे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे सदा हळूं हळूं सरकत असतो. हें सरकणें इतकें मंद आहे कीं, एक विलोमप्रदक्षिणा पूर्ण होण्याला म्हणजे आजमितीला विषुवसंपात ज्या ठिकाणीं आहे त्याच ठिकाणीं त्याला परत येण्याला २५००० वर्षें लागतात.

नक्षत्रांच्या निरयण भोगावर या विलोमगतीचा कांहींच परिणाम होत नाहीं. कारण निरयण भोग मोजण्याच्या आरंभस्थानाचा संबंध स्थिर नक्षत्राशीं असतो. पण सायनभोग मोजण्याचें आरंभस्थान विषुवसंपातच असल्यामुळें नक्षत्रांचे सायनभोग संपातगतितुल्य वाढत जातात. ग्रीक ज्योतिषी **हिपार्कस** यानें **चित्रा** ताऱ्याचा सायनभोग इ० स० पूर्वी १२८ वर्षें यासमयीं मोजला तो १७४ अंश भरला. त्याच चित्रा ताऱ्याचा सायन भोग इ० स० १९०० यावर्षी २०२ अं. २७ क. झाला होता. पण त्याचा दक्षिणशर फारसा बदललेला नाहीं.

संपातगतीमुळें सायनभोगाप्रमाणें नक्षत्रांचे विषुवांश तर बदलतातच यांत

संशय नाहीं. पण नक्षत्रांच्या क्रांतीवर या गतीचा फार मोठा परिणाम होतो. याचें प्रत्यक्ष उदाहरण म्हणजे **कृत्तिका** नक्षत्रपुंज आहे. जीं नक्षत्रें विषुववृत्तावर असतात तीं प्रत्येक गांवाच्या थेट पूर्वेस उगवलीं पाहिजेत ही गोष्ट उघड आहे. **कृत्तिका**पुंज फार प्राचीनकालीं थेट पूर्वेस उगवत असे. इतर नक्षत्रांप्रमाणें तो पूर्वबिंदु सोडून दुसरीकडे कधींही उगवत नसे असें **शतपथब्राह्मणांतील** पुढील उताऱ्यांत स्पष्ट सांगितलें आहे.

एता (कृत्तिकाः) ह वै प्राच्यै दिशो न च्यवंते ।
सर्वाणि ह वा अन्यानि नक्षत्राणि प्राच्यै दिशश्च्यवंते ॥

यावरून **शतपथ** ब्राह्मण कालीं कृत्तिका थेट पूर्वेस उगवत असत ही प्रत्यक्ष पाहिलेली गोष्ट आहे. हल्लीं **पुण्यांतून** पाहिलें तर कृत्तिका पुंज थेट पूर्वेस न उगवतां पूर्वबिंदूपासून उत्तरेकडे २५ अंश दूर क्षितिजावर उगवतो. हा कालचक्रकृत फरक कांहीं सामान्य नव्हे.

नकाशा ३ यांत **कृत्तिका**पुंजांतून जाणारें विषुववृत्त काढलें आहे. तें पाहिलें तर **शतपथब्राह्मण**कालीन नक्षत्रांच्या क्रांतींत व हल्लींच्या क्रांतींत केवढा फरक पडला आहे तो स्पष्ट दिसून येतो. त्या कालीं **आर्द्रा, रोहिणी, हामल** हे तारे दक्षिणगोलार्धांत होते. ते हल्लीं उत्तरगोलार्धांत गेले आहेत. **मिरा** तारा विषुववृत्ताच्या दक्षिणेकडे २८ अंश होता तो हल्लीं ४ अंश आहे. यावरून क्रांतिवृत्ताच्या आसपास २४ अंशांच्या आंत असणारे तारे उत्तरगोलार्धांतून दक्षिणगोलार्धांत व दक्षिणगोलार्धांतून उत्तरगोलार्धांत ढकलले जातात. इतकेंच नव्हे तर ध्रुवतारे देखील बदलतात. नकाशा ५ पाहिला तर असें दिसतें कीं, हल्लीं जो ध्रुवतारा आहे तो निरंतर ध्रुव रहाणार नाहीं; तो हजारएक वर्षांत अध्रुव होईल. शकापूर्वी २५७० या वर्षी कालियाचा **अ** तारा तेव्हांच्या ध्रुवस्थानापासून ३° ४४′ दूर होता. **इजिप्त** देशांत **गीझे** (अक्षांश ३०) या गांवाजवळ जे अनेक पिरामिड आहेत त्या सर्वांच्या उत्तरेच्या भिंतींत अशी एक तिरपी जिन्यासारखी फट सोडलेली आहे कीं, अधोयाम्योत्तरलंघनकालीं ज्या ताऱ्याचे उन्नतांश २६° १७ कला असतील तो तारा त्या पिरामिडाच्या तळघरांतून दिसावा. असा तारा म्हणजे पूर्वोक्त **अ** ताराच आहे. दुसरा कोणताही नाहीं. म्हणून सदर पिरामिड शकापूर्वी अडीच हजार वर्षांच्या सुमारास बांधले असले पाहिजेत असें ठरतें.

कृत्तिकापुंजांतून जाणारें विषुववृत्त **रोहिणी** ताऱ्याजवळ क्रांतिवृत्ताला छेदितें.

म्हणून शतपथब्राह्मणकाली विषुवसंपात रोहिणीताऱ्याच्या निरयण भोगाइतका म्हणजे रेवतीपासून पूर्वेस ४६ अंशावर होता. हल्लीं तोच संपात रेवतीच्या पश्चिमेस सुमारें २३ अंशावर आहे. म्हणजे शतपथब्राह्मणकालापासून आजपर्यंत विषुवसंपात सुमारें ६९ अंश मागें हटला. एक अंश मागें सरकण्याला ७१ वर्षे लागतात. यावरून शतपथब्राह्मणकालापासून आजपर्यंत ६९ X ७१ = ४८९९ किंवा ४९०० वर्षे लोटलीं आहेत असें सिद्ध होतें. हा काल कलियुगारंभकालाजवळ येतो. या दोन उदाहरणावरून संपाताच्या गति व स्थिति प्राचीन गोष्टींचे काल ठरविण्याच्या कामीं कशा उपयोगीं पडतात हें वाचकांस कळून येईल.

नकाशा ४ यांतील ध्रुवमार्ग पाहिला तर असें दिसतें कीं, शालिवाहनशकारंभीं अलगर्दपुंजांतील एग्लिसानू तारा दक्षिण ध्रुवस्थानीं होता. आणि अगस्त्य तारा शके ४०० वर्षाच्या सुमारास दक्षिण ध्रुवस्थानापासून परम दूर म्हणजे ३८ अंशावर होता. तेव्हांपासून तो हळूं हळूं दक्षिणध्रुवाकडे परत जात आहे. शा. शक वर्षे १३००० या सुमारास तो दक्षिणध्रुवापासून फक्त १० अंशावर असेल. त्या वेळीं तो उत्तर अक्षांश १० च्या उत्तरेकडील देशांत दिसणार नाहीं. हल्लीं तो ३७ उत्तर अक्षांशांच्या उत्तरेकडील देशांत दिसत नाहीं. म्हणून आमचें भरतखंड अगस्तीच्या दृश्यादृश्यकटिबंधाच्या सीमामध्यें सांपडलें आहे असें म्हणण्यास हरकत नाहीं.

विषुवसंपात रेवती ताऱ्यापासून पूर्वेकडे व पश्चिमेकडे २८ अंशांच्या आंत लंबकाप्रमाणें हेलकावत असतो. या मर्यादांच्या पलीकडे तो कधींही जात नाहीं असें सूर्यसिद्धांतकाराचें मत आहे.* पण शतपथब्राह्मणकालीं तो रेवतीच्या पश्चिमेस ४६ अंश प्रत्यक्ष दिसत होता. म्हणून संपाताचें आंदोलन होतें असें म्हणणें चुकीचें आहे. मग तें मत कोणाचेंही असो.

---

* TREPIDATION—A slow oscillation of the Ecliptic, having a period of 7000 years, imagined by the Arabian astronomers to account for the discordance in the determination of the precession of the equinoxes. In consequence of this motion the equinox was supposed to oscillate backward and forward through a space of about twenty degrees. The trepidation continued to figure in astronomical tables until the end of the sixteenth century, but it is now known to have no foundation in fact. (Page 574, popular astronomy by S. Newcomb.)

अगस्तीचें समुद्रप्राशन.

भानोर्वर्त्मविघातवृद्धशिखरो विंध्याचलस्तंभितो
वातापिर्मुनिकुक्षिभित्सुररिपुर्जीर्णश्च येनासुरः ।
पीतश्चांबुनिधिस्तपोंबुनिधिना याम्या च दिग्भूषिता
तस्यागस्त्यमुनेः पयोद्युतिकृतश्चारः समासाद्यं ॥

बृहत्संहिता.

अगस्तीचें समुद्रप्राशन, भगीरथाचें भागीरथीला स्वर्गाहून भूलोकावर आणणें, या पौराणिक गोष्टी केवळ मनोरंजक भाकडकथा नाहींत. तर पूर्वी घडलेल्या महत्वाच्या गोष्टींचें स्मरण निरंतर रहावें म्हणून मनोरंजक कथानकाच्या रूपानें त्या पुराणांत गोंवून टाकल्या आहेत. मुलें कडू औषधें घेत नाहींत म्हणून तीं गुळांतून किंवा केळ्यांतून त्यांना द्यावीं लागतात. तद्वत् पुराणें हीं गोड केलेलीं ऐतिहासिक औषधें आहेत. मात्र तीं ओळखणारा पाहिजे.

४ थ्या नकाशावरून दिसून येतें कीं, शकापूर्वी १३००० वर्षें या कालीं त्या कालच्या ध्रुवस्थानानुसारें अगस्त्यतारा नीलगिरीच्या दक्षिणेकडील प्रदेशांत मात्र दृष्टीस पडत असे. त्यावेळीं, कच्छ, सिंध, मारवाड, वायव्यप्रांत, बहार, बंगाल हे प्रदेश समुद्राखालीं होते. अर्थात् माळवा, मध्यप्रांत यापासून नीलगिरीपर्यंत एक बेट झालें होतें. कोंकणपट्टी समुद्राखालीं होती. या द्वीपाला उत्तरेकडे समुद्राचा वेढा असल्यामुळें हिमालयांत उत्पन्न होणाऱ्या नद्या स्वतंत्रपणें समुद्रास मिळत. अशी स्थिति प्राचीनकालीं होती असें भूगर्भशास्त्रीय शोधांवरून सिद्ध होतें. आणि जंबुद्वीप या पौराणिक नांवावरूनही हीच गोष्ट सिद्ध होते.

पुढें कालगतीनें ध्रुवस्थान बदलत गेल्यामुळें अगस्ति विंध्यपर्वतावर प्रथम दिसूं लागला. व हळू हळू त्याची उंची विंध्यपर्वतापेक्षां वाढूं लागली, म्हणून विंध्याचलाला त्यानें थांबविलें किंवा हटविलें असें वरील कवितेंत अलंकारिक वर्णन आहे. विंध्याद्रि पर्वत पूर्वपश्चिम असून २२ अक्षांशावर आहे. ४ थ्या नकाशांत पाहिलें तर अगस्ति तारा व दक्षिण ध्रुव यांमध्यें २२ अंश अंतर पडण्याचा काल शकापूर्वी ७००० सात हजार वर्षें हा होता असें दिसून येतें. अगस्तीसारखा तेजपुंज तारा एकाएकीं क्षितिजावर दिसूं लागणें ही एक

संस्मरणीय गोष्ट (Epoch) वाटल्यावरून ती पूर्वोक्त अलंकारिक रूपानें पुराणांत गोंवली गेली आहे.

भूगर्भांतील उलाढालमुळें पूर्वोक्त जंबूद्वीपाचा उत्तरेकडील समुद्राचा तळ वर वर येऊं लागला. त्यामुळें समुद्राचें पाणी पूर्वेकडे व पश्चिमेकडे ओसरत जाऊन समुद्र नाहींसा झाला व त्या जागीं पूर्वोक्त कच्छादि देश व त्यांत वहाणाऱ्या नद्या उत्पन्न झाल्या. या अभिनंदनीय घडामोडीला अगस्ति तारा यत्किंचित् देखील कारणीभूत नसूनहि त्याच्या आगमनानंतर घडलेल्या गोष्टीचें यश त्याच्याच पदरीं बांधलें गेलें. आणि अगस्ति ऋषीनें तीन आचमनांत संपूर्ण समुद्र पिऊन नाहींसा केला, ही मनोरंजक पौराणिक कथा उत्पन्न झाली असावी.

सगर व भगीरथ यांच्या कथानकांचा याच गोष्टीशीं संबंध असावा असें दिसतें. जंबूद्वीपाचें द्वीपत्व नष्ट होण्याचा सुमारास हल्लींच्या आग्र्यापर्यंत समुद्र होता. पुढें समुद्र जसजसा पूर्वेकडे ओसरून जाऊं लागला तसतसा यमुना नदीचा प्रवाह पूर्वेकडे वाढूं लागला व पूर्वीं स्वतंत्रपणें समुद्रास मिळणाऱ्या गंगा, गोमती, गोग्रा, शरयु, गंडकी, ब्रह्मपुत्रा या नद्यांना यमुनेला मिळणें भाग पडलें. खरें पाहिलें तर प्रयागापाशीं गंगा उभ्या टाकीत यमुनेला मिळते. व यमुना संथपणें वहात असते. यमुना भागीरथीपेक्षां मोठी असूनही वर चंबळेचा संगम झाल्यामुळें तिचें पाणी कलुषित होऊन प्रयागापाशीं त्याचें पावनत्व कमी मानिलें गेलें. आणि त्यामुळें गंगेला महत्व आलें.

सगर राजाचे ६०००० पुत्र कपिलाच्या शापानें दग्ध झाल्यामुळें म्हणजे सागर नाहींसा झाल्यामुळें गंगानदी उत्पन्न झाली हें सगरभगीरथ कथानकाचें तात्पर्य आहे. परशुरामानें सह्याद्रीवरून बाण सोडून समुद्राला बारा योजनें मागें हटविलें या कथेचा मूळ उद्देश कोंकणपट्टी पूर्वीं समुद्राखालीं होती हें सांगण्याचा आहे. पण असें नुसतें सांगितलें तर ती गोष्ट लोक सहज विसरून जातील. म्हणून ती गोड दिसण्यासाठीं परशुरामानें सर्व पृथ्वी ब्राह्मणांस दान केली वगैरे पौराणिक रचना करावी लागली असावी.

सारांश अत्यंत प्राचीन गोष्टींचा काल अगस्तीच्या दर्शनाच्या उल्लेखावरून ढोबळपणें तरी ठरवितां येतो असें वरील वर्णनावरून दिसून येतें. वेदांमध्यें अगस्तीच्या समुद्रप्राशनाचा उल्लेख असेल तर वेद शा. वा. शकापूर्वी ७००० वर्षांच्या पलीकडील नाहींत असें म्हणण्यास प्रत्यवाय नाहीं.

समाप्त.

कोष्टक १

आकाशाचे विभाग.	नका	हो.	आकाशाचे विभाग.	नका	हो.
राशिचक्राच्या उत्तरेस २८			कारंडव, Toucan.	४	२४
अरुंधतीकेश, Coma.	२	१३	चषक, Crater.	२	११
उच्चैःश्रवा, Pegasus.	३,१	२४	जटायु, Phoenix.	४,३,१	२४
उत्तरत्रिकोण, Triangula.	३	२	जालक, Recticulum.	४	४
उत्तरमुकुट, Corona.	२	१६	टंक, Celum.	३	५
करभ, Camelus.	५	५	तिमि, Volans.	४	८
कालिय, Draco.	५	१७	तिमिंगिल, Cetus.	३	१
गरुड, Aquila.	१	१९	द. त्रिकोण, Triangulum.	४	१६
गवय, Lynx.	५,३,२	८	दुर्बिण, Telescopium.	४	१९
जंबुक, Vulpes.	१	२०	ध्वांक्ष. Corvus.	२	१२
देवयानी, Andromeda.	३,१	१	नरतुरंग, Centaurus.	४,२	१२
धनिष्ठा, Delphin.	१	२०	नौका, Argo.	४,३,२	८
ध्रुवमत्स्य, Ursa Minor.	५	१५	पारावत, Columba.	३	५
भुजग, Serpens.	२,१	१६	पीठ, Ara.	४	१७
भुजंगधारी, Ophiuchus.	१	१७	प्रश्वा, Canis Minor.	३	७
भूतप, Bootes.	५,२	१५	बक, Grus.	४,१	२२
ययाति, Perseus.	५,३	३	भरत, Orion.	३	५
लघ्वश्व, Equuleus.	१	२१	मधुमाक्षिका, Musca.	४	१३
लघुसिंह, Leo Minor.	२	१०	मलयाचल, Mensa.	४	४
वृषपर्वा, Cepheus.	५	२२	मूर्तिकारफलक, Sculptor.	३,१	१
शर्मिष्ठा, Cassiopeia.	५	१	यम, Indus.	४,१	२१
शर, Sagitta.	१	१९	यमुना, Eridanus.	४,३	४
शामशबल, Canes Venatici	५,२	१३	याममत्स्य, Piscis.	१	२२
शौरी, Hercules.	५,२,१	१७	वाताकर्षक, Antila.	२	१०
सप्तर्षि, Ursa Major.	५,२	१२	वायुभक्षक, Chameleon.	४	११
सरट, Lacerta.	५,१	२२	वासुकि, Hydra.	२	१२
सारथि, Auriga.	५,३	६	वृक, Lepus.	४,२	१५
स्वरमंडळ, Lyra.	५,१	१९	शशक, Lupus.	३	५
हंस, Cygnus.	५	१	शिखावल, Pavo.	४	१९
राशिचक्राच्या दक्षिणे. ४४			शिलिंध्र, Pictor.	४,३	५
अंकनी, Norma.	४	१६	श्वा, Canis Major.	३	७
अलगर्द, Hydrus.	४	२	शृंगाश्व, Monoceros,	३	७
अश्मंत, Fornax.	३	२	षडंश, Sextans.	२	१०
अष्टक, Octans.	४	२०	सूक्ष्मदर्शक, Microscopium	४,१	२१
असिदंष्ट्र, Dorado.	४	५	स्वस्तिक, त्रिशंकु, Crux.	४	१२
कर्कट, Circinus.	४	१५	हार, Corola.	१	१९
कपोत, Apus.	४	१६	होरायंत्र, Horologium.	४,३	३

कोष्टक २ रें.

इच्छिल्या दिवशीं, इच्छिल्या वेळीं याम्योत्तरवृत्ताला लागलेली वैषुवहोरा, म्हणजे नाक्षत्रकाल.

(१)	रात्रीचे तास (२).												
तारीख व महिना.	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६
	हो.	हो.	हो.	हो.	हो.	हो.	हो.	हो.	हो.	हो.	हो.	हो.	हो.
७ जानेवारी. ...	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३
२२ जानेवारी.	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४
७ फेब्रुवारी. ...	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५
२२ फेब्रुवारी. ...	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६
७ मार्च. ...	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७
२२ मार्च. ...	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८
७ एप्रिल. ...	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९
२२ एप्रिल. ...	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०
७ मे. ...	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१
२२ मे. ...	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२
७ जून. ...	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३
२२ जून. ...	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४
...													
७ जुलई. ...	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१
२२ जुलई. ...	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२
७ आगस्त. ...	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३
२२ आगस्त. ...	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४
६ सप्तंबर. ...	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५
२१ सप्तबर. ...	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६
६ अक्टोबर. ...	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७
२१ अक्टोबर. ...	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८
६ नवंबर. ...	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९
२१ नवंबर. ...	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०
६ दिसेंबर. ...	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११
२१ दिसेंबर. ...	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२

कोष्टक ३.

कांहीं ठळक ताऱ्यांचे विषुवकाल, क्रांति आणि त्यांची शतवार्षिक गति.

नांव.	वर्ग.	विषुवकाल इ.स.१९१५		क्रांति. इ.स. १९१५.		विषव-गति.	क्रांति-गति.
		होरा	मि.	अं.	कला.	सेकंद.	विकला.
१ लुब्धक Sirius.	-१.४	६	४१.४	-१६	३५.९	+२६४	- ४८१
२ अगस्ति Canopus.	-०.८	६	२२.१	-५२	३८.९	+१३३	- १९२
३ ब्रह्महृदय Capella.	०.१	५	१०.४	+४५	५४.८	+४४२	+ ४३३
४ स्वाती Arcturus.	०.२	१४	११.८	+१९	३७.५	+२८१	-१९८३
५ मित्र A. Centaurus	० २	१४	३३.८	-६०	२९.०	+४५४	-१५७१
६ अभिजित् Vega.	० २	१८	३४.१	+३८	४२.२	+२०१	+ २९६
७ रांगेल Rigel.	०.३	५	१०.४	- ८	१७.९	+२८८	+ ४३२
८ आचरनार Achernar.	०.४	१	३४.५	-५७	४०.१	+२२३	+१८३७
९ प्रश्वा Procyon,	०.५	७	३४.८	+ ५	२६.६	+३१९	- ८०४
१० ब्रह्मा B. Centaurus	०.७	१३	५७.८	-५९	५७.८	+४२१	-१७४७
११ आर्द्रा Betelgeux.	०.९	५	५०.६	+ ७	२३.५	+३२५	+ ८५
१२ त्रिशंकु A. Crux.	०.९	१२	२१.९	-६२	३७.७	+३३२	-१९९६
१३ श्रवण Altair.	०.९	१९	४६.६	+ ८	३८.६	+२८९	+ ८९८
१४ रोहिणी Aldebaran.	१.०	४	३१.०	+१६	२०.४	+३४३	+ ७६१
१५ चित्रा Spica.	१.१	१३	२०.७	-१०	४३.१	+३१६	-१८८२
१६ पुनर्वसु Pollux.	१.२	७	४०.१	+२८	१३.९	+३७२	- ८४६
१७ ज्येष्ठा Antares.	१.२	१६	२४.२	-२६	१४.६	+३६७	- ८१६
१८ मघा Regulus.	१.३	१०	३.८	+१२	२३.०	+३२२	-१७५२
१९ फोमलहो Fomalhaut	१.३	२२	५२.९	-३०	४.४	+३३०	-१९१९
२० डेनेब Deneb.	१.४	२०	३८.५	+४४	५८.६	+२०४	+१२७८
२१ अडारा Adara.	१.५	६	५५.३	-२८	५१.३	+२३६	- ४७७
२२ विश्वामित्र B. Crux.	१.६	१२	४२.७	-५९	१३.५	+३४९	-१९७०
२३ बेलात्रि Belatri.	१.७	५	२०.६	+ ६	१६.४	+३२२	+ ३४५
२४ अग्नि Nath.	१.८	५	२०.९	+२८	३२.२	+३७९	+ ३४३
२५ अल्नीलाम Alnilam.	१.८	५	३१.९	- १	१५.३	+३८४	+ २४७
२६ मिरफाक Mirfak.	१.९	३	१८.२	+४९	३३.६	+४२६	+१३०२
२७ अल्निटाक Alnitak.	१.९	५	३६.५	- १	५९.२	+३०३	+ २०७
२८ क्यास्टर Castor.	१.९	७	२९.२	+३२	४.६	+३८५	- ७५८
२९ दुर्वास G. Crux.	१.९	१२	२६.४	-५६	३८.२	+३३०	-१९९१
३० अंगिरस Alioth.	१.९	१२	५०.३	+५६	२५.३	+२६४	-१९५७
३१ मरीचि Alkaid.	१.९	१३	४४.२	+४९	४४.२	+२३८	-१८०२
३२ मूळ L. Scorpio.	१.९	१७	२७.८	-३७	२.६	+४०७	- २८३
३३ क्रतु Dubhe.	२.०	१०	५८.५	+६२	२.६	+३७५	-१९३[illegible]

कोष्टक ४.

अलगोल ताऱ्याची परमतेजोहानि.

क्षेपकः—इ. स. १९०१ जानेवारी तारीख ० यावेळीं भुक्तपर्ययदिन १·५०८५, स्टयांडर्ड टाइम

गति.

वर्षें.	भुक्तपर्यय.	वर्षें.	भुक्तपर्यय.	दिवस.	भुक्तपर्यय.	दिवस.	भुक्तपर्यय.
	दिवस.		दिवस.		दिवस.		दिवस.
१	०·८५१६	४०	१·०५५५	१	१·००००	३०	१·३२६९
२	०·७०३३	४४	२·५९४८	२	२·००८०	४०	२·७२५०
३	२·५५४९	४८	१·६६६७	३	०·१३२७	५०	१·२५५७
४	१·५३९२	५२	०·३३८६	४	१·१३२७	६०	२·६५३८
८	०·२१११	५६	१·८७७८	५	२·१३२७	७०	१·१८४६
१२	१·७५०३	६०	०·५४९७	६	०·२६५४	८०	२·५८२६
१६	०·४२२२	८०	२·११११	७	१·२६५४	९०	१·११३४
२०	१·९६१४	९६	२·५३३३	८	२·२६५४		
२४	०·६३३३	१००	०·२०५२	९	०·३९८१	१००	२·५११५
२८	२·१७२५	२००	०·४१०४			२००	२·१५५६
३२	०·८४४४	३००	०·६१५७	१०	१·३९८१	३००	१·७९९८
३६	२·३८३६	४००	१·८२०९	२०	२·७९६१	भाजक	२·८६७३

प्रकाशाच्या गतीमुळें संस्कार.

तारीख.	मिनिटें.	तारीख.	मिनिटें.	तारीख.	मिनिटें.	तारीख.	मिनिटें.
फेब्रु. १५	+ ०	मे १५	+ ८	आगस्त १५	— ०	नवंबर १५	— ८
मार्च १	२	जून १	८	सप्तंबर १	२	दिसेंबर १	८
मार्च १५	४	जून १५	७	सप्तंबर १५	४	दिसेंबर १५	७
एप्रिल १	६	जुलै १	६	अक्टोबर १	६	जानेवारी १	६
एप्रिल १५	७	जुलै १५	४	अक्टो. १५	७	जाने. १५	४
मे १	+ ८	आगष्ट १	+ २	नवंबर १	— ८	फेब्रुवारी १	— २

तेजोहानि दिसण्याच्या कालाच्या मर्यादा दर महिन्याच्या आरंभीं.

महिना.	तास.	महिना.	तास.	महिना	तास.	महिना.	तास.
जाने.	१८— २	एप्रिल	१८—२०	जुलै	२ - ६	अक्टो.	२०—६
फेब्रु.	१८—२४	मे	१८—१८	आगस्ट	२४—६	नवंबर	१८—६
मार्च.	१८—२२	जून	४— ६	सप्तंबर	२२—६	दिसेंबर	१८—४

कोष्टक ५.

मिरातान्याची परमतेजस्विता.

क्षेपकः—इ. स. १९०१ जानेवारी तारीख ० या वेळीं भुकपर्ययदिन १४१.५,

वर्षे.	गति.	वर्षे.	गति.	वर्षे.	गति.
	दिवस.		दिवस.		दिवस.
०	०.०	२८	२७६.०	२००	७४.०
४	१३४.२	३२	७८.५	३००	१०१.०
८	२६८.४	३६	२१२.७	४००	१४९.०
१२	७०.९	४०	१५.२	१	३३.३
१६	२०५.१	८०	३०.४	२	६६.६
२०	७.६	९६	२३५.५	३	९९.९
२४	१४१.८	१००	३७.०	भाजक	३३१.७

संस्कार १ ला, चक्र वर्षे ७२.					संस्कार २ रा. चक्रवर्षे ८५.				
+	+	—	—	संस्कार.	+	—	—	+	संस्कार.
उप.	उप.	उप.	उप.	दिवस.	उप.	उप.	उप.	उप.	दिवस.
१९१२	१९४८	१९४८	१९८४	०.०	१८९३	१९३५	१९३५	१९७७	११.५
१५	४५	५१	८१	४.५	९६	३२	३८	७४	११.३
१८	४२	५४	७८	८.७	९९	२९	४१	७१	१०.५
२१	३९	५७	७५	१२.४	१९०२	२६	४४	६८	९.२
२४	३६	६०	७२	१५.२	०५	२३	४७	६५	७.२
२७	३३	६३	६९	१७.०	०८	२०	५०	६२	५.२
१९३०	१९३०	१९६६	१९६६	१७.५	११	१७	५३	५९	२.५
					१९१४	१९१४	१९५६	१९५६	०.०

संस्कार ३ रा, चक्रवर्षे ३६.					संस्कार ४ था, चक्रवर्षे २४०.				
+	—	—	+	संस्कार.	—	+	+	—	संस्कार.
उप.	उप.	उप.	उप.	दिवस.	उप.	उप.	उप.	उप.	दिवस.
१९०३	१९२१	१९२१	१९३९	१२.३	१९२१	२०४१	२०४१	२१६१	९.५
६	१८	२४	३६	१०.७	४१	२१	६१	४१	८.३
९	१५	२७	३३	६.१	६१	२००१	८१	२१	४.७
१९१२	१९१२	१९३०	१९३०	०.०	१९८१	१९८१	२१०१	२१०१	०.०

कोष्टक ६.

योगतारे, पिधानतारे व कांहीं ठळक तारे यांचे निरयण भोग ब शर.

योगतारे.	भोग.	शर.	पिधान तारे.	भोग.	शर.
	अं. क.	अं. क.		अं. क.	अं. क.
अश्विनी	१० ७.७	८ २८.९	गर्ग (९, वृषभ)	४४ ३७.२	– २ ३४.८
भरणी	२४ २१.७	१० २६.५	कपि (झ. वृष)	६० ५६.६	– २ १३.६
कृत्तिका	३६ ९.०	४ २.३	मनु (इ, मिथु.)	६९ ३५.८	– ० ५४.२
रोहिणी	४५ ५६.९	– ५ २८.१	परा.(म्यू, मिथु)	७१ २७.५	– ० ४९.९
मृग	५९ ५१.९	–१३ २३.१	कश्य.(ए, मि.)	७६ ५.९	२ ३.४
आर्द्रा	६४ ५४.७	–१६ २.६	शुक (ढ मिथु)	८४ ४०.७	– ० ११.०
पुनर्वसु	८९ २३.६	६ ४०.५	शृंग (इ, सिंह)	१२४ ३.८	४ ५१.५
पुष्य	१०४ ५२.७	० ४.६	कण्व (ब, क.)	१५३ १७.९	० ४१.७
आश्लेषा	१०९ ४८.०	– ५ ५.४	पाणिनि (इ, क.)	१६० ५९.५	१ २२.३
मघा	१२५ ५९.७	० २७.६	नल (ग, कन्या)	१६६ १८.८	२ ४९.२
पूर्वा	१३९ ३४.४	९ ४१.६	गौतम (ब, वृ.)	२१९ २०.६	१ १.४
उत्तरा	१४७ ४७.२	१२ १६.५	इंद्र (स. वृ.)	२२३ ५७.९	– ४ १.२
हस्त	१६९ ३७.१	–१२ ११.१	यम (थ, भुजग	२३७ ३३.२	– १ ४९.६
चित्रा	१८० ०.०	– २ २.७	शिव (म, धनु)	२४९ २२.३	२ २१.४
स्वाती	१८० २३.६	३० ४९.१	मृकंडु (ल, धनु)	२५२ २८.६	– २ ६.९
विशाखा	२०१ १४.६	० २०.९	शाकल (ई, ध.)	२६२ २४.६	१ २७.२
अनुराधा	२१८ ४३.८	– १ ५८.२	भरद्वाज (ब, म.)	२८० १२.३	४ ३६.१
ज्येष्ठा	२२५ ५५.५	– ४ ३३.३	कुबेर (ड, म,)	२९९ ४१.७	– २ ३४.९
			ठळक तारे.		
मूळ	२४० ४४.०	–१३ ४७.०	लुब्धक	८० १५.७	–३९ ३४.७
पूर्वाषाढा	२५० ४४.२	– ६ २७.४	अगस्त्य	८१ ८.२	–७५ ५०.३
उत्तराषाढा	२५८ ४८.९	– ३ २७.१	ब्रह्महृदय	५८ ०.९	२२ ५१.८
श्रवण	२७७ ५५.०	२९ १८.४	अभिजित्	२६१ २८.१	६१ ४४.३
धनिष्ठा	२९३ ३२.७	३३ २.०	मित्र	२१५ ४८.३	–४२ ३३.३
शततारका	३१० ४४.०	– ० २३.१	ब्रह्मा	२०९ ५७.५	–४४ ७.४
पू. भाद्रपदा	३३० ४१.८	१९ २३.५	अग्नि	५८ ४४.०	५ २२.५
उ. भाद्रपदा	३५० २८.३	२५ ४०.९	प्राचीन ध्रुव	१३३ २७.७	६६ २०.१
रेवती	३५९ १६.९	– ३ ४.०	वर्तमान ध्रुव	६४ ४३.४	६६ ५.४

टीपः—उणें चिन्हयुक्त शर दक्षिण आणि चिन्ह नसलेले शर उत्तर समजावें.

कोष्टक ७.

अक्षांश भुजज्या
अक्षांश कोटिज्या
क्रांतिकोटिज्या

} भरत खंडांत नेहेमीं धन

क्रांतिभुजज्या क्रांतिप्रमाणें धन किंवा ऋण.

भुज. अंश.	भुजज्या	कोटिज्या	भुज. अंश.	भुजज्या	कोटिज्या	भुज. अंश.	भुजज्या	कोटिज्या
१	१७	१०००	३१	५१५	८५७	६१	८७५	४८५
२	३५	९९९	३२	५३०	८४८	६२	८८३	४६९
३	५२	९९९	३३	५४५	८३९	६३	८९१	४५४
४	७०	९९८	३४	५५९	८२९	६४	८९९	४३८
५	८७	९९६	३५	५७४	८१९	६५	९०६	४२३
६	१०४	९९४	३६	५८८	८०९	६६	९१३	४०७
७	१२२	९९२	३७	६०२	७९९	६७	९२०	३९१
८	१३९	९९०	३८	६१६	७८८	६८	९२७	३७५
९	१५६	९८८	३९	६२९	७७७	६९	९३४	३५८
१०	१७४	९८५	४०	६४३	७६६	७०	९४०	३४२
११	१९१	९८२	४१	६५६	७५५	७१	९४५	३२६
१२	२०८	९७८	४२	६६९	७४३	७२	९५१	३०९
१३	२२५	९७४	४३	६८२	७३१	७३	९५६	२९२
१४	२४२	९७०	४४	६९५	७१९	७४	९६१	२७६
१५	२५९	९६६	४५	७०७	७०७	७५	९६६	२५९
१६	२७६	९६१	४६	७१९	६९५	७६	९७०	२४२
१७	२९२	९५६	४७	७३१	६८२	७७	९७४	२२५
१८	३०९	९५१	४८	७४३	६६९	७८	९७८	२०८
१९	३२६	९४५	४९	७५५	६५६	७९	९८२	१९१
२०	३४२	९४०	५०	७६६	६४३	८०	९८५	१७४
२१	३५८	९३४	५१	७७७	६२९	८१	९८८	१५६
२२	३७५	९२७	५२	७८८	६१६	८२	९९०	१३९
२३	३९१	९२०	५३	७९९	६०२	८३	९९२	१२२
२४	४०७	९१३	५४	८०९	५८८	८४	९९४	१०४
२५	४२३	९०६	५५	८१९	५७४	८५	९९६	८७
२६	४३८	८९९	५६	८२९	५५९	८६	९९८	७०
२७	४५४	८९१	५७	८३९	५४५	८७	९९९	५२
२८	४६९	८८३	५८	८४८	५३०	८८	९९९	३५
२९	४८५	८७५	५९	८५७	५१५	८९	१०००	१७
३०	५००	८६६	६०	८६६	५००	९०	१०००	०

	मेषेचे ४१, ३९. म.	स्वाती	१	भूतपाचा अ
	वृषभेंतील प्रसिद्ध पुंज. ई	विशाखा	२	तुलेचे अ, ब
	वृषभेचे अ, थ, ग, ड, ए	अनुराधा	४	वृश्चिकेचे न, ब, ख, प
	भरतांतील हुल्वला. ल	ज्येष्ठा	३	वृश्चिकेचे स, अ, इ
	भरतांतील अ.	मूळ	९	वृश्चि. ए.म,झ.ई,थ,इ.क,
२	मिथुनेचे अ ब.	पू. षाढा	४	धनूचे म,ल,ड,ए, ।ल,उ
३	कर्केचे ड, थ, ग.	उ. षाढा	२	धनूचे स, झ,
१	कर्केचे अ, ध, आणि	श्रवण	३	गरुडाचे अ, ब, ग.
	वासुकीचे झ, ए, ड.	धनिष्ठा	५	धनिष्ठा ड, ग, अ, ब, थ
५	सिंहेचे प, अ, ई, ग, झ.	शततारा	१	कुंभेचा ल.
२	सिंहेचे थ, ड.	पू. भा.	२	उच्चैःश्रव्याचे अ, ध.
२	सिंहेचा ब, कन्येचा ब.	उ. भा.	२	उच्चैः ग. देवयानीचा अ.
५	ध्वांक्षाचे अ, ब, ड, ग,ए	रेवती	१	मीनेचा म.

मूलांक.

आरंभकालः—तारीख ० जानेवारी १९०५

…ान्याच्या तेजोहानींचा एक पर्यय = २ दि. २० ता. ४८. ९१०१ मि.

क्षेपक = भुक्तपर्ययदिन १·५०८५

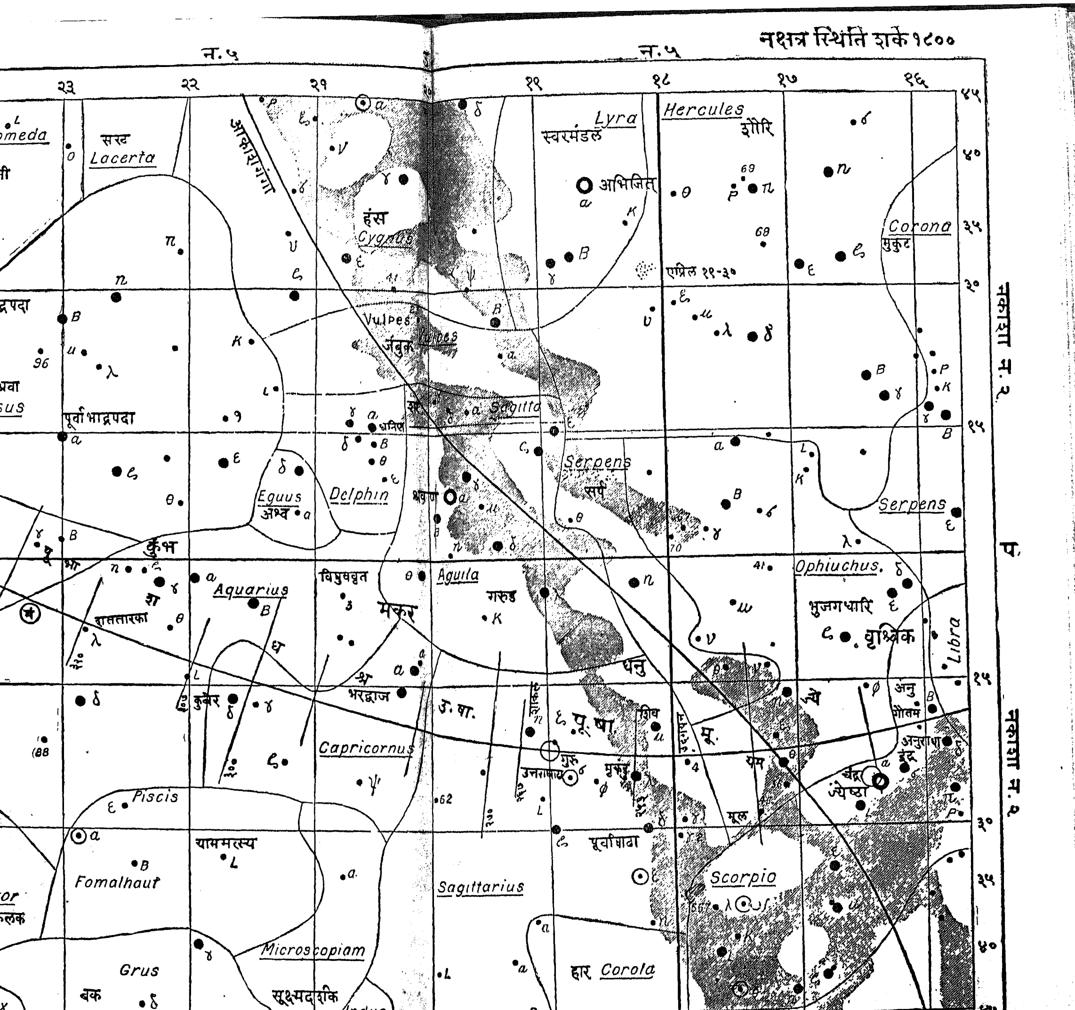
सायनभोग ३४ अं १४ क.

…न्याच्या परमतेजारवितेचा एक मध्यम पर्यय दिवस ३३१·६९३ = इ.

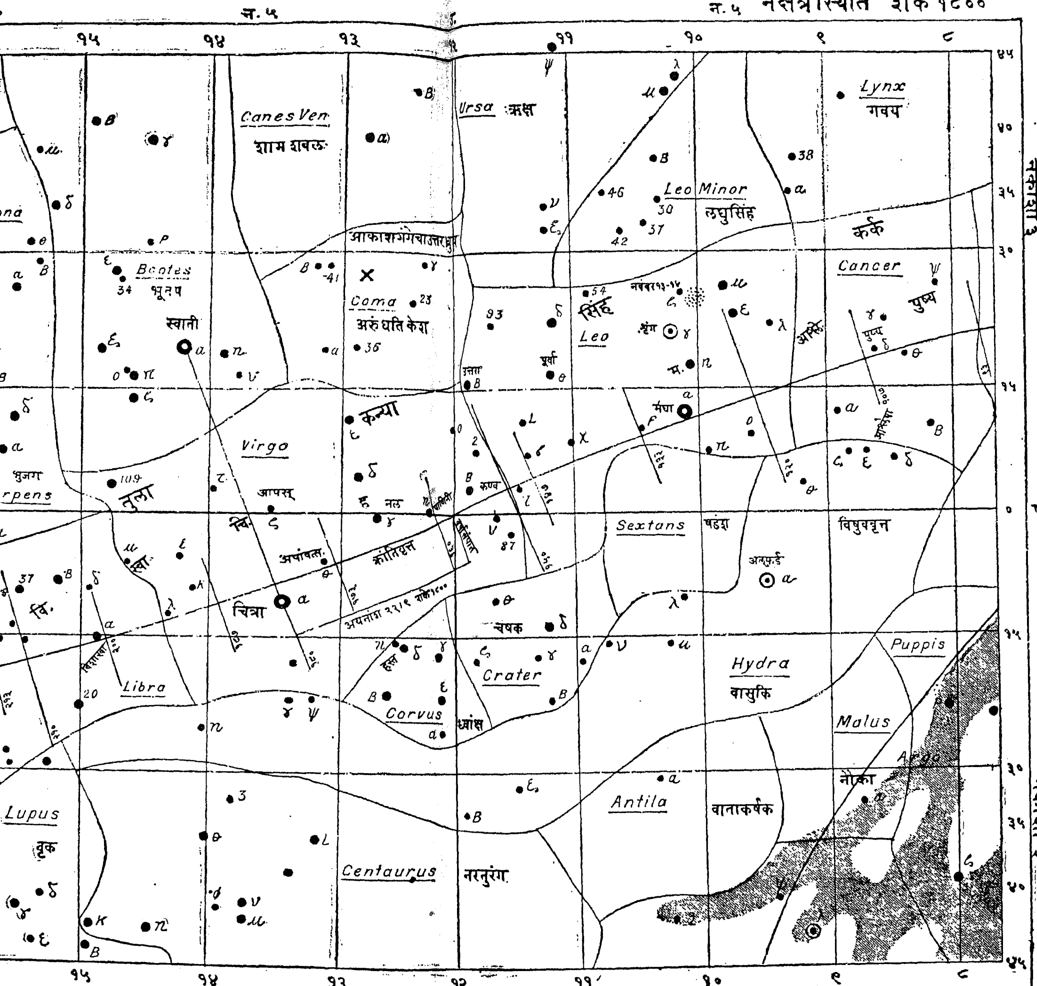
क्षेपक = भुक्तपर्यय दिन १४१·५

दिवस

…यथार्थ संस्कार.
१ ला. + १७·५ मु. (४°·५६ इ. + ३२५°·४)
२ रा. + ११·५ मु. (३·८५ इ. + १३९·५)
३ रा. + १२·३ मु. (९·१२ इ. + १०८·३)
४ था. + ९·५ मु. (१·४० इ. + २५१·४)

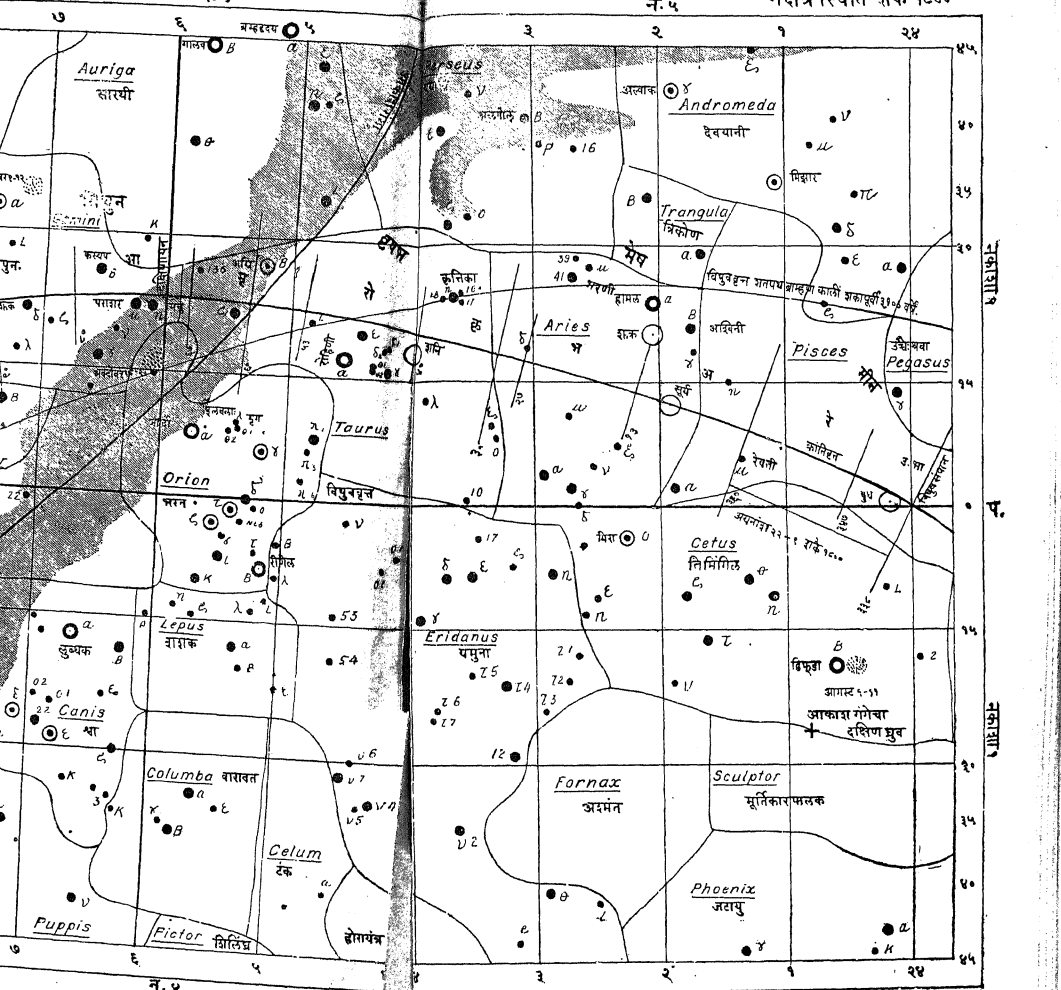

नक्षत्र स्थिति शके १८००
न.५
Lyra
स्वरमंडल
Hercules
शौरि
अभिजित
Corona
मुकुट
Lacerta
सरट
आकाशगंगा
हंस
Cygnus
Vulpes
जंबुक
Sagitta
पूर्वाभाद्रपदा
एप्रिल २१-३०
Serpens
सर्प
Eguus
अश्व
Delphin
श्रवण
Aquarius
कुंभ
शततारका
विषुववृत्त
Aquila
गरुड
मकर
Ophiuchus
भुजगधारि
वृश्चिक
Libra
धनु
भरद्वाज
उ. षा.
पू. षा.
शिव
मू.
अनु
गोतम
अनुराधा
इंद्र
चंद्र
ज्येष्ठा
कुबेर
Capricornus
गुरु
उत्तराषाढा
मंगळ
मूल
यम
Piscis
Fomalhaut
याममत्स्य
पूर्वाषाढा
Scorpio
Sagittarius
Microscopiam
सूक्ष्मदर्शक
Grus
बक
Indus
हार
Corola
नकाशा न.२
नकाशा न.१
प.
द.
न.४
ग्रहस्थिति २३ एप्रील १९१३

न. ५ नक्षत्रस्थिति शाके १८००



वें. बा. केतकर. न. ४ द. न. ४ ग्रहस्थिति २३ एप्रील १९१३

नक्षत्र स्थिति शके १८००

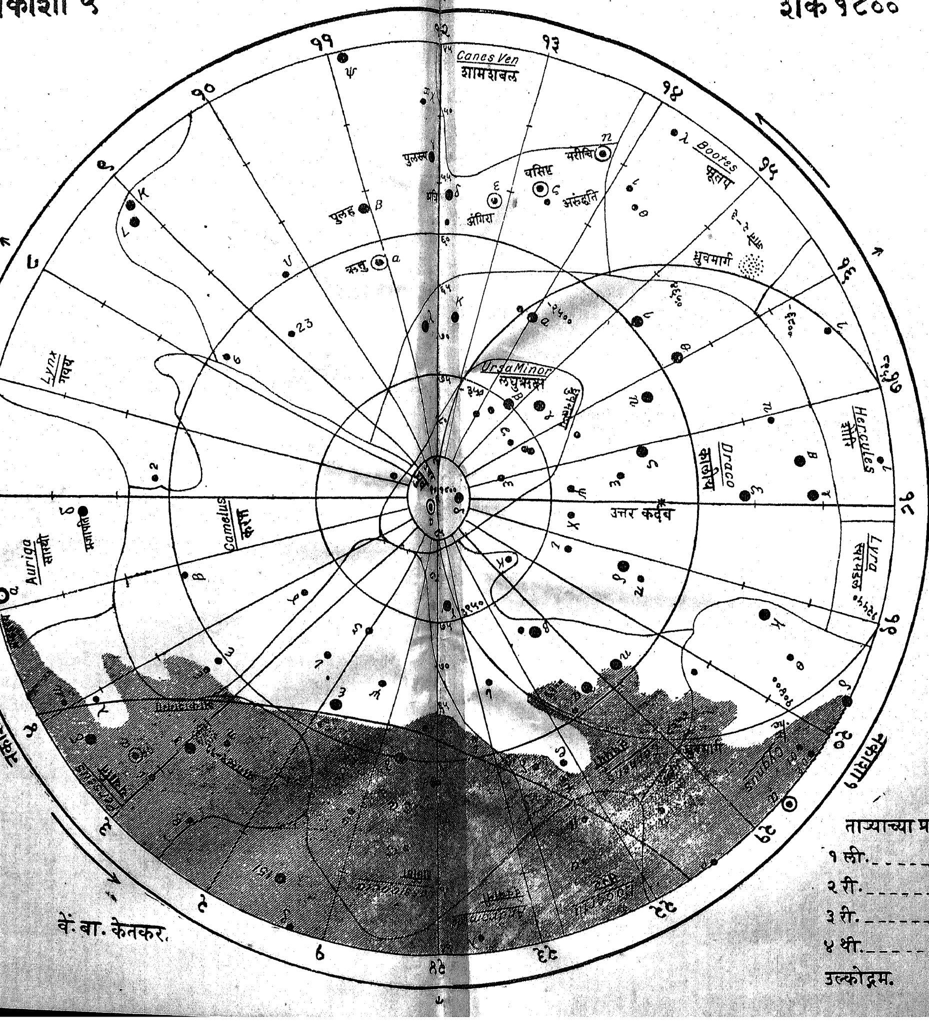


न.४ ग्रहस्थिति २३ एप्रील १९१३

नकाशा ५

नकाशा २

शके १८००



ताऱ्याच्या प्रति.

१ ली.

२ री.

३ री.

४ थी.

उल्कोद्गम.